ÉTUDE DE LA FAUNE PÉLAGIQUE

DU

LAC DE BRET

PAR

Charles LINDER

Avec la planche 4.

INTRODUCTION

Ce travail a été fait au laboratoire de zoologie de l'Université de Lausanne, d'avril 1902 à octobre 1903. Il comporte les résultats d'une étude basée sur vingt-huit expéditions au lac de Bret. Pendant le même temps, dix-neuf pêches ont été faites à titre de comparaison, dans le Léman, devant Ouchy.

Le sujet de cette étude nous a été proposé par M. le professeur Dr H. Blanc, qui nous a initié aux recherches limnologiques et sous la direction duquel nous avons travaillé.

Qu'il nous soit permis à cette occasion de présenter à M. le professeur Dr H. Blanc l'expression de notre profonde reconnaissance pour l'intérêt bienveillant avec lequel il a suivi notre travail et pour l'obligeance avec laquelle il a mis à notre dispositions sa littérature limnologique. Nos remerciements s'adressent également à M. le professeur Dr F.-A. Forel pour les conseils précieux qu'il nous a donnés.

Le lac de Bret n'a pas, jusqu'à présent, été étudié au point de vue faunistique. Quelques renseignements quantitatifs sur son

plancton sont donnés par FOREL [1] (96 Léman III). WEBER (98) cite quelques Rotateurs, trouvés dans le lac de Bret. Enfin, dans un travail récent sur la faune des Mollusques des lacs de la Suisse, IMHOF (01) insiste sur la richesse du petit lac de Bret où les Mollusques sont représentés par 6 genres.

A part ces quelques observations éparses, notre travail est une première contribution à l'histoire naturelle du lac de Bret.

I. LE BASSIN. APERÇU HYDROGRAPHIQUE

Situation. — Le lac de Bret (ou Brai, anciennement *lacus Bromagus*) est situé dans le Jorat, au N. de Chexbres, à 10 km. à l'E. de Lausanne, par 46° 31′ Lat. N. et 4° 26′ Longit. E. (Atlas topographique fédéral, feuilles 439 et 440).

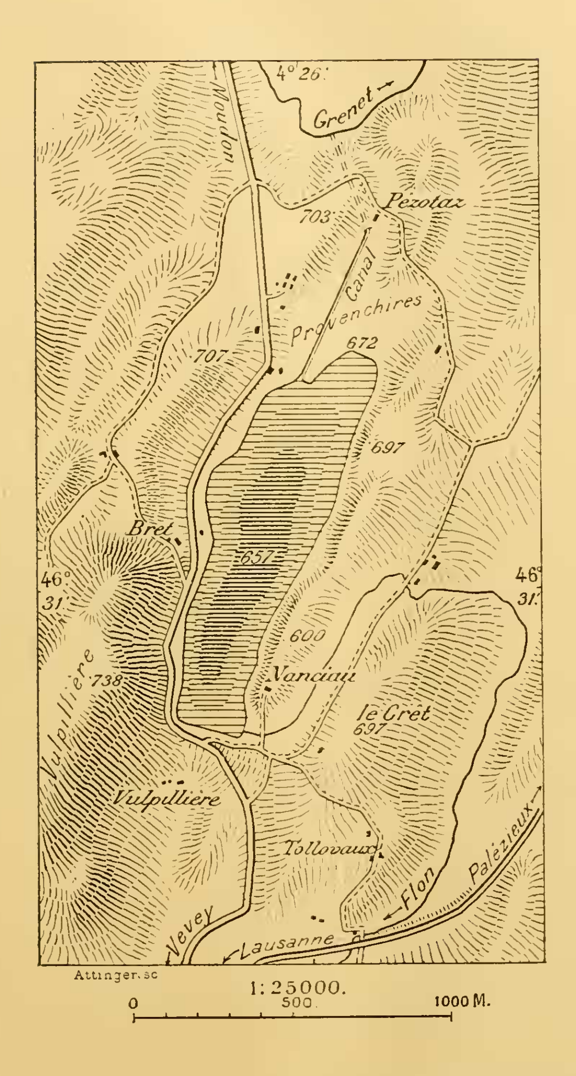
Formé pendant l'époque glaciaire, le lac de Bret occupe une dépression orientée NNE-SSO. et barrée en aval par une moraine.

Hydrographie. — Sans affluent apparent jusqu'en 1875, alimenté par les eaux de ruissellement, peut-être aussi par des eaux sous-lacustres, le lac de Bret reçut alors une partie du Grenet, affluent de la Broye. Ce détournement artificiel était fait pour fournir d'eau industrielle et potable les villes de Lausanne et de Morges. En 1895, la totalité des droits d'eau furent rachetés et le Grenet peut en cas de besoin être dirigé entièrement dans le lac. En temps ordinaire cependant, son trop-plein s'écoule encore à la Broye, maintenant ainsi une voie de communication temporaire entre le bassin du Rhin et celui du Rhône, car le Forestay, émissaire du lac de Bret, se jette dans le Léman.

Ces modifications hydrographiques, accompagnées d'une sur-

[1] Les chiffres mis entre parenthèses après un nom d'auteur indiquent d'une façon abrégée l'année de publication de l'ouvrage cité et renvoient à l'index bibliographique.

LAC DE BRET[1]



[1] Cliché extrait du *Dictionnaire géographique de la Suisse* avec autorisation spéciale des éditeurs.

élévation (2 m. 50) du niveau des eaux, ont légèrement augmenté les dimensions du lac, que la carte ci-jointe représente tel qu'il était avant 1895.

La consommation des eaux de Bret canalisées est du reste telle que le lac est soumis à des variations de niveau assez considérables. (Basses eaux de l'automne 1900, à 9 m. 66 en contrebas du niveau du déversoir.)

Morphométrie. — Voici les principales données numériques du bassin actuel; nous les devons à l'obligeance de M. Zschokke, ingénieur en chef de la Compagnie des Eaux de Bret et du Chemin de fer Lausanne-Ouchy.

Altitude du lac au seuil du déversoir : 673 m. 25.

(Altitude du lac Léman : 375 m. 40.)

Superficie du lac plein à la cote 673 m. 25 : 409000 m^2 = 40^{ha} 90^{a}.

La forme du lac étant une forme simple, celle d'un parallélogramme, nous nous contentons d'indiquer :

La plus grande longueur, environ 1 km. 500 m.

La plus grande largeur, environ 380 m.

L'étendue du bassin hydrographique étant de 21 km^2, la hauteur de pluie moyenne de la contrée atteignant 1,2 m., la quantité annuelle de pluie que reçoit le bassin est de 25 millions de m^3.

La légende attribuait au lac de Bret une profondeur énorme; elle prétendait que les ruines d'une ville entière y sont englouties et qu'on entend parfois encore les cloches. En réalité, la profondeur absolue en est faible, quoique fort respectable proportionnellement à la superficie : nous avons sondé 18 m. au milieu de la ligne de la plus grande largeur, le 2 mai 1902, à une époque où le lac avait atteint le seuil du déversoir et vidait son trop-plein dans le Forestay. Nous désignons par la cote 655 m. 25 ce point de plus grande profondeur.

Le profil de la cuvette est caractérisé par des talus assez

abrupts sur les rives E. (dernières pentes du Pèlerin), S. (moraine de barrage), et O. (pentes de la Tour de Gourze). L'extrémité N. est au contraire peu inclinée, marécageuse, et sur une longueur de près de 500 m. recouvre d'anciennes tourbières, incorporées au lac dès 1895.

Le cube du lac ne peut être évalué que d'une façon approximative d'après les données suivantes :

Cube du lac plein, au-dessus du siphon (—9 m.) 2300000 m^3.

Cube du lac, au-dessous du siphon (calculé comme cône) 1500000 m^3.

Le bassin du lac étant loin d'avoir la forme idéale d'un cône, le second chiffre est trop faible et nous ne nous écarterons pas trop de la réalité en admettant pour le cube total du lac plein un volume de 4 millions de m^3. Divisant le volume du lac par sa superficie, nous obtenons pour le lac de Bret une profondeur moyenne de 10 m.

Plancher. — Le plancher du lac montre 2 zones de nature bien distincte : la zone périphérique, du rivage jusqu'à la limite des plantes enracinées, est constituée par de la craie lacustre blanche, mélange d'incrustations calcaires sur végétaux et de nombreuses coquilles de Gastéropodes et Lamellibranches. Le plancher de la région pélagique est au contraire couvert d'un limon gris, excessivement fin, plastique, et contenant, outre quelques Vers vivants, les débris chitineux des Crustacés.

II. LE MILIEU

Après ces quelques remarques touchant le bassin du lac de Bret, nous abordons le milieu qui sert d'habitat à la faune pélagique, en exposant les données physiques que nous avons pu recueillir sur l'eau, et en y joignant quelques indications relatives aux vents, nuages et à l'exposition du lac.

DATES	Transparence.	Température de l'Eau. 0 m.	2 m.	10 m.	Température de l'Air.	Direction du Vent.	Etat du Ciel et du Temps.	Autres observations : Etat du Lac, etc.
	m.	C°	C°	C°	C°			
2 . V . 02	—	—	12°	8°	—	—	Couvert, puis éclaircie.	Lac agité les jours précéd.
20 . V . 02	2	9°	—	8°	8°,2	—	Couvert, frais ; puis éclaircie.	Lac en *hausse ;* brassé.
3 . VI . 02	2,5	20°,5	—	11°	27°	SW	Chaud, clair ; puis orage.	Lac calme, puis agité.
23 . VI . 02	2,5	20°	—	10°	26°	E	Clair ; quelques nuages.	» » verdâtre.
1 . VII . 02	4,5	23°	22°	16°	27°	NW	Beau, chaud ; cumuli.	» » »
14 . VII . 02	5,5	25°	23°	—	27°	Calme.	» » » strati.	» » en *baisse ;* vert.
4 . VIII . 02	4	22°	—	14°	26°	SW	» plutôt frais ; cirrus, strati.	Baisse. Orages la semaine précéd.
8 . VIII . 02	—	23°	21°,5	13°,5	—	SW	Lourd, chaud, nuageux.	Orages pendᵗ les opérations.
18 . VIII . 02	2,5	22°	21°	—	—	SW	Beau, chaud.	Lac calme, vert-jaune.
2 . IX . 02	4	21°	20°,5	18°,5	25°	SW	» » nuageux.	» » en *hausse.*
3 . IX . 02	—	21°,5	21°	18°,5	23°,5	SW	» » sans nuages.	» »
16 . IX . 02	4	18°	18°	18°	22°,5	SW	» quelques strati.	» » en *hausse.*
1 . X . 02	2,5	15°	15°	14°,5	15°	SW et N altern.	» » » cumuli.	Très agité les jours précéd. » calme ; en *baisse.*
14 . X . 02	2,5	13°,5	13°,5	13°	19°	SW	» mais couvert.	Lac calme, en *baisse.*
5 . XI . 02	3,5	9°,5	9°,5	—	15°,5	SW	» puis couvert.	» ridé, en *baisse.*
24 . XI . 02	4	5°	5°	5°	11°	SW	Couvert.	» » en *hausse.*
10 . XII . 02	3	2°	2°	2°	—4°	N	Temps gris ; éclaircie vers 3 h.	Lac en *hausse.*
21 . I . 03	—	5°	4°,5	4°,8	11°	Calme.	Beau, clair.	» entièrement *gelé.*
18 . II . 03	4	4°,25	5°	5°	12°	N	» »	» » »
23 . III . 03	2,5	9°	8°	6°,5	16°	NW faible.	» absolument clair.	» dégelé, en crue, vert-jaune clair.
16 . IV . 03	—	—	—	—	3°	N fort.	Bourrasque de neige.	» agité ; vert glauque.
28 . IV . 03	3,5	9°,5	9°,5	7°	22°,5	N et W altern.	Beau, entre jours pluvieux.	» calme, plein ; vert.

Transparence. Les observations de transparence et de température ont été faites de mai 1902 à avril 1903, toujours sensiblement au même point et autant que possible dans les mêmes conditions.

Variant entre 2m et 5m,5, la limite de visibilité ou transparence, mesurée au moyen d'un disque blanc de 20 cm. de diamètre (méthode SECCHI), est faible si nous la comparons à la transparence maximale du Léman, 21 m. Elle est sensiblement égale à celle de la plupart de nos petits lacs du plateau et de la plaine (Lützelsee 3-6 m.), (Katzensee, 2,10-4,5 m.), (Sarnersee, 1,6-2,9 m.), (Gr. Moosseedorfsee, 2 m.).

La transparence moyenne du lac de Bret coïncide d'autre part assez sensiblement avec celle de nos grands lacs en été (Léman, 5,3 m.), (Lac des Quatre-Cantons, 6,5 m.), Lac de Zürich, 1,90 m.), (Bodan, 3,29-6,60 m.).

Elle est plus forte que celle des lacs-étangs du Nord de l'Allemagne (0,5-1,9 m.) et celle du Lago di Muzzano dans le Tessin (0,7-1 m.).

La courbe annuelle de la transparence du lac de Bret ne semble pas suivre, comme celle d'autres lacs, une marche régulière avec maximum en hiver et minimum en été; il nous est actuellement impossible d'indiquer pour le lac de Bret la raison des variations, sauf cependant pour quelques cas de faible transparence, où un vent du Nord violent avait agité le lac et mis en suspension des particules organiques et minérales.

Nous avons essayé, d'octobre 1902 à avril 1903, d'établir un rapport direct entre la limite de visibilité et le volume de plancton contenu dans une colonne d'eau verticale de 10 m. de haut et 490 cm.² de base (Filet FUHRMANN).

Voici les chiffres obtenus :

DATES	1-X.02	14. X.	5. XI.	24. XI.	10. XII	23.I.03	18. II.	23. III.	28. IV.
							sous glace		
Transparence . . .	2m5	2.5	3.5	4.	3.	—	4.	2.5	3.5
Volume de plancton .	6cm³	3.	0.5	1.	1.	2.	2.	0.5	2.

L'examen de ces chiffres montre qu'il n'y a pas de rapport constant entre la quantité d'organismes pélagiques et la transparence. Faut-il admettre avec ZACHARIAS (96) que l'accumulation du plancton dans les couches superficielles fait pour ainsi dire rideau et diminue la transparence, davantage que ne le ferait une plus grande quantité de plancton répartie également à diverses profondeurs? Nous ne saurions pour le moment donner une solution satisfaisante.

D'autre part, frappé également par le désaccord qui existe souvent entre la transparence et la quantité de plancton, LOZERON (02), arrivant aux mêmes conclusions que SPRING, a établi que :

« 1° La transparence augmente toutes les fois que l'eau a été mise en circulation jusqu'à une certaine profondeur :

2° La transparence est faible toutes les fois qu'il y a stratification, — et cela peu importe la quantité de plancton. »

Enfin AMBERG (00) invoque l'échauffement estival de l'eau pour expliquer sa moindre teneur en anhydride carbonique, et partant son moindre pouvoir de solution pour le carbonate de calcium, qui se précipite en pluie fine et diminue la transparence.

Ici encore, nos observations ne nous permettent pas de conclure, quoique cette dernière hypothèse nous semble fort plausible et applicable au lac de Bret, si riche en craie lacustre et en plantes littorales incrustées de carbonate de calcium.

Température. — La température a été prise chaque fois autant que possible à l'air, puis dans l'eau à 0 m., à 2 m., et à 10 m., au moyen de deux thermométrographes, système SIX-CASELLA, dont M. le Dr C. DUTOIT a eu la bonté de vérifier le second.

Les observations thermométriques sont réunies dans le tableau ci-joint. Nous nous bornons à remarquer que nous avons trouvé la *stratification directe* dans nos expéditions du 2 mai au 3 sep-

tembre 1902 : la *circulation totale* du 16 septembre 1902 au 21 janvier 1903 ; la *stratification inverse* le 18 février 1903 et reprise de la *stratification directe* dès le 23 mars 1903.

Gel. Le 10 décembre 1902, malgré la température de —4° à l'air, le lac était encore libre de glace : une forte bise agitait l'eau et l'empêchait de se prendre. Dans la nuit, la bise tomba et le lac se prit, pour ne dégeler que le 16 mars 1903, restant enfermé pendant plus de 3 mois sous une couche de glace qui mesurait jusqu'à 30 cm. d'épaisseur.

Type thermique. Nous constatons que la température des eaux profondes varie, soit au-dessus, soit au-dessous de 4°. L'amplitude des variations thermiques de la surface (maximum 25°, minimum 0°) est de 25°. Le lac de Bret rentre par conséquent dans la catégorie des lacs du type tempéré (FOREL, Léman, II).

Couleur. Comme tous les lacs, le lac de Bret présente à l'œil des colorations variables, suivant que l'observateur le voit par réflexion ou par incidence, suivant aussi l'état du ciel, des rives et des environs qui s'y reflètent. Mais sa couleur propre, vue du bateau, en écartant tous les rayons réfléchis du dehors, est un vert glauque, que nous avons toujours trouvé le même pendant toute l'année quoiqu'il paraisse souvent plus ou moins sombre suivant l'éclairage. Cette couleur prend rang entre les n°s 10 et 11 de la gamme Forel, mais le ton de l'eau est beaucoup plus sombre, plus brun que celui de la solution type. Le lac de Morat et le Katzensee correspondent également à ce degré de l'échelle.

Lac ou étang ou lac-étang? Prenant pour base les données morphométriques et physiques d'une part et les définitions usitées en limnologie d'autre part, nous cherchons à faire rentrer le lac de Bret dans une des catégories actuellement établies (lac, étang, marais), quoique les opinions des auteurs soient encore divergentes à ce sujet, sinon contradictoires.

CHODAT (98) appelle lac un bassin d'une profondeur d'au

moins 30 mètres, à laquelle la végétation des macrophytes disparaît. « Les masses d'eau qui n'atteindraient pas cette profondeur seraient des lacs-étangs (15-30 m.) ou des étangs. »

SCHRÖTER (97) donne le nom de lac à un bassin présentant les trois zones : littorale, profonde, et pélagique ; cette dernière est caractérisée par l'absence de végétaux macrophytes ; dans cette définition, toute botanique, la profondeur n'est pas précisée ; toutefois, elle doit être telle que des macrophytes ne puissent plus raciner dans les parties les plus profondes du bassin. Or, le lac de Bret, profond de 18 m. seulement, possède cependant une zone libre de toute végétation macrophyte enracinée. Cette zone, dite pélagique, comprend ce que l'on pourrait appeler le plein-lac ; elle ne touche ni le rivage (zone littorale), ni le fond du bassin (zone profonde). Vu la déclivité et la faible largeur de la zone littorale, la zone pélagique occupe la majeure partie du lac de Bret, qui est donc bien un vrai lac. Nous trouverons du reste plus loin, en traitant de la faune, un argument biologique pour justifier ce terme de « lac » et nous verrons en même temps qu'il est préférable de discuter la question dans chaque cas et de faire appel aux preuves biologiques, plutôt que de classer un bassin suivant une formule rigide et d'après le point de vue morphométrique ou botanique seulement.

III. LA FAUNE PÉLAGIQUE

1. Méthodes de récolte.

De nombreuses méthodes et des appareils plus ou moins ingénieux sont utilisés pour la récolte du plancton, mais leurs avantages et inconvénients sont encore très discutés. Ne pouvant mettre en œuvre simultanément les nombreuses méthodes usitées, nous nous sommes borné à un nombre restreint de procédés que nous avons menés de front pendant la durée de nos recherches. Nous avons pensé pouvoir de cette façon obtenir des

résultats plus complets, compenser en quelque mesure les causes d'erreur inhérentes aux instruments et pouvoir enfin juger s'il y a lieu de préférer certains procédés à d'autres.

Le choix des méthodes nous a été dicté d'une part par les engins que mettait à notre disposition le Laboratoire de Zoologie de l'Université de Lausanne, d'autre part nous a été suggéré par les travaux antérieurs de naturalistes suisses. Nous estimons en effet qu'il importe moins qu'une méthode soit d'une exactitude absolue, mais qu'il est essentiel qu'elle nous fournisse des résultats comparables, entre eux d'abord, et ensuite avec ceux obtenus par d'autres auteurs. Désirant avoir une série continue de résultats obtenus de la même façon, nous nous en sommes tenu d'abord aux méthodes choisies dès le début, et nous avons renoncé, pour cette étude du moins, à essayer et adopter d'autres méthodes, plus récentes il est vrai, mais arrivées à notre connaissance pendant le cours de nos recherches (Kofoid (97); Lohmann (02), etc.

a) Méthode qualitative.

Elle nous renseigne sur la composition du plancton et sur la fréquence relative des organismes qui le composent. Nous avons pratiqué à cet effet la pêche horizontale avec les filets pélagiques en gaze de soie, fixés à différentes hauteurs à une corde tendue par un poids. Les filets employés étaient en gaze de soie de deux numéros différents : (soie neuve, mesurée à sec).

	Filets fins.	Filets grossiers.
Diamètre des mailles . .	72-84 μ	130-180 μ
Nombre de fils au cm. .	74	38
Nombre de mailles au cm^2	5329	1444

Attachant au même point de la corde un filet fin et un filet grossier, nous avons traîné simultanément 3 couples de filets pendant environ 10 minutes et sur un parcours d'une centaine de mètres.

Le choix des profondeurs de 2 et 8 mètres, auxquelles nous

avons promené nos filets, nous a été dicté lors de notre première expédition par des considérations d'ordre pratique.

Dans la suite, nous avons continué à explorer ces mêmes couches, afin d'avoir toujours des résultats comparables entre eux, puis nous avons ajouté à l'exploration des niveaux de 2 et 8 mètres, celle de la surface du lac, à 0 m., comptant d'autre part sur les pêches verticales pour nous amener les organismes nageant entre 0-2 m., 2-8 m. et 8-10 m., et qui devaient nécessairement échapper aux filets horizontaux.

Le matériel ainsi récolté et provenant par conséquent des profondeurs de 8, 2 et 0 mètres, a été utilisé pour l'étude qualitative du plancton. Les résultats de cette méthode assez rudimentaire, ont en général assez bien cadré avec les données fournies par les procédés quantitatifs plus rigoureux. Elle nous a été très utile en tout cas pour déterminer d'une façon générale la composition du plancton, ainsi que les époques d'apparition, de reproduction, d'apogée et de disparition des organismes pélagiques.

b) Méthode quantitative.

Nous pouvons employer pour les recherches quantitatives tout dispositif qui permet de connaître exactement la profondeur à laquelle on opère et qui donne par mesure directe ou par un calcul à facteurs suffisamment connus et constants, le volume d'eau filtrée dont provient le plancton recueilli.

Nous avons utilisé deux méthodes répondant à ces exigences :

1° Le filet FUHRMANN, construit d'après les « Propositions techniques » (FUHRMANN [99]) avec de la gaze de soie dont les mailles mesurent sur le tissu neuf et sec de 72 à 84 μ de diamètre; cette soie a 74 fils au cm. et 5329 trous au cm^2.

D'octobre 1902 à septembre 1903 nous avons pratiqué avec ce filet des pêches verticales, le remontant toujours depuis 10 m. jusqu'à la surface, à raison d'environ 50 cm. par seconde. De cette façon, il a été filtré chaque fois une colonne d'eau de 10 m.

de haut et de 490 cm² de base (ouverture du filet), ce qui représente une masse de 490 litres d'eau dont le plancton a été recueilli pour être mesuré.

Nous ramènerons les volumes de plancton obtenus directement à ce que donnerait une masse d'eau de même hauteur (10 m.) mais de 1 m² de base; cette réduction se fait en multipliant le volume de plancton recueilli par le rapport $\frac{1 \text{ m}^2 \text{ surface}}{\text{surface d'ouverture}} = \frac{10.000 \text{ cm}^2}{490 \text{ cm}^2} = 20,4.$

Une simple division par 10 donne alors le volume du plancton par m³, et facilite la comparaison avec les résultats donnés par quelques auteurs.

Dans le calcul de ces volumes de plancton, nous sommes toujours parti du volume réel obtenu, laissant de côté le coefficient de filtration, de détermination peu aisée et variable d'une fois à l'autre, aussi bien que pendant la durée d'une seule pêche.

La construction du filet FUHRMANN est du reste telle que le rapport de la surface d'ouverture du filet est à sa surface de filtration comme 1 : 19, ce qui permet de croire que la presque totalité de l'eau traversée par le filet est réellement filtrée et que le coefficient de filtration est très faible et par suite négligeable.

Remarquons encore que nous avons mesuré la profondeur à laquelle nous opérions, à partir de l'anneau d'attache, donc légèrement au-dessus de l'ouverture du filet. Quand le lac était agité pendant les opérations, nous avons eu soin d'assurer la marche verticale du filet, soit en ancrant le bateau, soit en employant un lest, soit encore en combattant la dérive du bateau par une manœuvre convenable des rames.

Les résultats de ces pêches verticales sont donc comparables entre eux et peuvent par des calculs simples être mis en parallèle avec ceux obtenus ailleurs avec un filet semblable.

2° La pompe. Nous avons employé une pompe à ailettes, n° 0, donnant un décilitre par coup de balancier. Le tuyau d'aspiration, de 13^{mm} de diamètre intérieur, est gradué et porte à son extrémité un entonnoir renversé de 20 cm. de diamètre. Cet entonnoir est descendu à la profondeur voulue; le tuyau est ensuite débarrassé de l'eau des couches supérieures, puis nous procédons de la façon suivante : l'eau pompée est filtrée à travers un petit filet de gaze de soie (diamètre des mailles 72-84 μ) portant à sa partie inférieure un petit entonnoir en métal, fermé par un tube de caoutchouc avec pince de MOHR. Ce filet est maintenu à l'intérieur d'un seau de 10 l., où s'écoule l'eau filtrée. La soie se trouve donc immergée dès les premiers coups de pompe, ce qui d'après BACHMANN (00) et LOZERON (02) assure une filtration plus efficace et plus complète que si le filet était tenu au-dessus de l'eau.

Une fois plein, le seau est vidé par-dessus bord après avoir retiré le filet-filtre, puis l'opération est répétée dix fois, jusqu'à filtration de 100 l., exactement mesurés au moyen du seau.

A l'exception des mois de janvier et février 1903, où le gel du lac ne nous a permis de faire que des pêches verticales avec le filet, nous avons pompé une fois par mois, de mai 1902 à avril 1903, prélevant chaque fois 100 l. à 2 m. et autant à 10 mètres (en mai 1902, seulement 50 l. à 2 m. et 50 l. à 10 m.). En septembre, octobre et novembre 1902, ainsi que pendant une série de pêches diurnes et nocturnes en août 1902, nous avons également pris 100 l. à la surface du lac.

Ajoutons encore que toutes les précautions ont été prises pour éviter les pertes de plancton lors de son transfert dans les bouteilles, que le filet a toujours été lavé pour entraîner les organismes qui auraient pu y rester fixés, et que pendant le fonctionnement de la pompe, le bateau a toujours été ancré pour empêcher la dérive et assurer la verticalité du tuyau d'aspiration.

La pompe a le grand avantage de permettre la connaissance exacte de la profondeur à laquelle on opère, ainsi que de la quantité d'eau dont provient le plancton recueilli : son usage est donc tout indiqué pour l'étude quantitative. En outre, la pompe n'exigeant pas l'emploi d'un coefficient de filtration, les résultats peuvent être directement utilisés. Il est incontestable d'autre part que si la gaze de soie laisse passer certains organismes, ce défaut se retrouvera également chez le filet qui filtre l'eau pompée, et ne pourra être évité que par l'emploi de filtres en taffetas de soie, en terre poreuse, ou en papier comprimé (Kofoid (97).) (Lohmann (02).).

Pour notre compte, nous n'avons pas essayé de ces filtres, d'usage assez récent, et nous nous en sommes tenu au filet-filtre en gaze de soie, qui s'améliore du reste avec le temps par interposition entre les mailles de particules détritiques, en sorte que la filtration devient de plus en plus rigoureuse.

Il est à souhaiter que des recherches faites sur nos lacs avec des filtres perfectionnés montrent la présence ou l'absence dans l'eau douce d'un « microplancton » tel que Lohmann (02) l'a reconnu dans la mer.

Quant au reproche que l'on fait quelquefois à la pompe, de ne prendre, grâce à son débit intermittent, qu'une partie du zooplancton et de l'abîmer, nous avons pu nous convaincre que nos filets n'ont jamais pris d'organismes qui ne se soient également trouvés dans la récolte pompée; les animaux sortaient de la pompe bien vivants et intacts. Il est vrai que dans le lac de Bret nous n'avons pas les grands Crustacés, bons nageurs, mais nous avons constaté, sur le Léman, qu'avec la même pompe, *Bythotrèphes* aussi bien que *Leptodora*, étaient capturés et amenés bien vivants. Quant à la question de savoir si la pompe donne de chaque espèce d'organismes une représentation numérique bien proportionnelle, le dénombrement comparé pourrait seul le montrer; mais dans l'état actuel des choses, la récolte

du filet et celle de la pompe ne sont pas comparables d'une façon suffisamment rigoureuse pour justifier le dénombrement parallèle, et les différences numériques risqueraient fort d'être dues aux chances d'erreur des méthodes plutôt que d'être l'expression réelle de la composition différente du plancton récolté.

Vitalité du plancton récolté.

A plusieurs reprises, nous avons examiné sur place le matériel fraîchement récolté (19 août, 8 septembre 1902 et 15 juillet 1903).

Toutes les autres fois, une partie de la récolte était transportée vivante au laboratoire, où elle arrivait en plus ou moins bon état, suivant les conditions dans lesquelles s'était effectué le trajet. Nous pouvions alors étudier les organismes durant quelques jours, pendant lesquels la mortalité se manifestait graduellement. Elle atteignait d'abord les *Dinobryon*, *Ceratium*, *Mallomonas* et quelques Rotateurs illoriqués, dont les cadavres se déposaient au fond du bocal et devenaient la pâture des Rotateurs loriqués, des *Coleps* et des Crustacés. Parmi ces derniers, les Cladocères mouraient avant les Copépodes, et parmi ceux-ci, les *Diaptomus* à leur tour périssaient avant les *Cyclops*, dont la résistance n'avait d'égale que celle des *Anuræa*. Les Cladocères meurent presque tous à la surface de l'eau : pendant le transport, une bulle d'air s'est introduite entre les valves des individus et les fait surnager : la tension superficielle aidant, les Cladocères sont maintenus à la surface de l'eau qu'ils ne peuvent plus quitter, malgré leurs mouvements et efforts.

Héliotropisme. Notons encore que *Peridinium* ne semble pas partager la faible résistance des autres Flagellés et que nous avons pu constater son héliotropisme positif très prononcé. Sont aussi doués de ce même phototactisme positif : les *Ceratium*, *Uroglena*, *Anuræa*, *Gastropus*, et autres Rotateurs, ainsi que *Cyclops* parmi les Crustacés. Nous aurons plus loin

l'occasion d'étudier cet héliotropisme, tel qu'il se manifeste dans les conditions naturelles de la région pélagique.

Odeur du plancton. L'odeur de Poisson soit des filets pélagiques, soit du plancton vivant ou mort, est bien connue. Au lac de Bret nous l'avons souvent constatée, le plus nettement en août 1902. Nous reproduisons ici, comme document intéressant, le passage suivant de FOREL (Léman II.) :

« On se rappelle à Lausanne l'émotion désagréable causée par l'odeur de Poisson très marquée du grand jet-d'eau, alimenté par le réservoir des eaux de Bret, installé sur la place de la Riponne pendant le tir fédéral de 1876. Ce fait ne s'est pas reproduit. »

Fixation de la récolte. Lors des premières pêches, nous avons employé, pour fixer sur place le plancton récolté, un mélange à parties égales de formaline $2^0/_0$ et d'alcool $70^0/_0$. Dans les expéditions ultérieures nous avons remplacé l'alcool $70^0/_0$ par celui à $95^0/_0$, pour avoir un liquide fixant plus énergique.

Le liquide PERÉNJI, employé quelquefois, a donné également de très bons résultats. Enfin nous avons, spécialement en vue de conserver les Rotateurs étalés, et sur le conseil du Dr E. WEBER, eu recours à la fixation par l'acide osmique $^1/_{1000}$ après anesthésie préalable à la cocaïne $2^0/_0$.

2. Liste des organismes.

Etablissons, avant de passer à l'exposé des résultats des méthodes quantitatives, la liste des organismes pélagiques du lac de Bret, telle que les recherches qualitatives nous permettent de la dresser. Nous donnons cette liste sans commentaires, réservant à un chapitre ultérieur la justification du caractère pélagique de certaines espèces, ainsi que l'énumération de celles que nous avons rencontrées dans le plancton, mais qui sont nettement tychopélagiques ou décidément trop sporadiques.

Voici les espèces qui constituent la société pélagique du lac de Bret :

Hexapodes. Diptères. Larves de *Corethra plumicornis* Fabr.

Crustacés. Cladocères. *Diaphanosoma* sp.?
Daphnia hyalina Leyd. (formes diverses).
Ceriodaphnia pulchella Sars.
Bosmina longirostris O. F. M.
Copépodes. *Cyclops Leuckarti* Claus.
Cyclops strenuus Fisch. var. *pelagica* Schmeil.
Diaptomus gracilis Sars.

Rotateurs. Illoriqués. *Floscularia mutabilis* Bolton.
Floscularia libera Zach. (variété?)
Conochilus unicornis Rouss.
Triarthra longiseta Ehrbg. var. *limnetica* Zach.
Polyarthra platyptera Ehrbg. f. *typica.*
Polyarthra platyptera var. *euryptera* Wierz.
Synchæta pectinata Ehrbg.
Notops falcipes n. sp.
Loriqués. *Gastropus stylifer* Calman.
Gastropus bretensis n. sp.
Mastigocera Blanci n. sp.
Cœlopus inermis n. sp.
Anapus ovalis Bergendal.
Anuræa cochlearis Gosse.
Scirtopodes. *Pedalion mirum* Hudson.

Protozoaires. Flagellés. *Ceratium hirundinella* O. F. M.
Peridinium tabulatum Clap. et Lachm.

Mallomonas acaroïdes Perty.
Dinobryon cylindricum Imhof.
— *stipitatum* Stein. var. *lacustris* Chodat.
— *thyrsoideum* Chodat.
Diplosiga frequentissima Zach.

Infusoires. *Rhabdostyla ovum* Kent.
Coleps uncinatus Clap. et Lachm.

Soit, en tout :

Insectes	1	espèce	
Crustacés	7	espèces	
Rotateurs	14	»	1 variété.
Protozoaires	9	»	
Total	31	organismes du zooplancton.	

On voit facilement que dans la faune du lac de Bret, les Rotateurs jouent un rôle prépondérant et que le plancton de ce lac est essentiellement un « plancton à Rotateurs ».

Analyse quantitative.

a) *Volume brut des pêches verticales.*

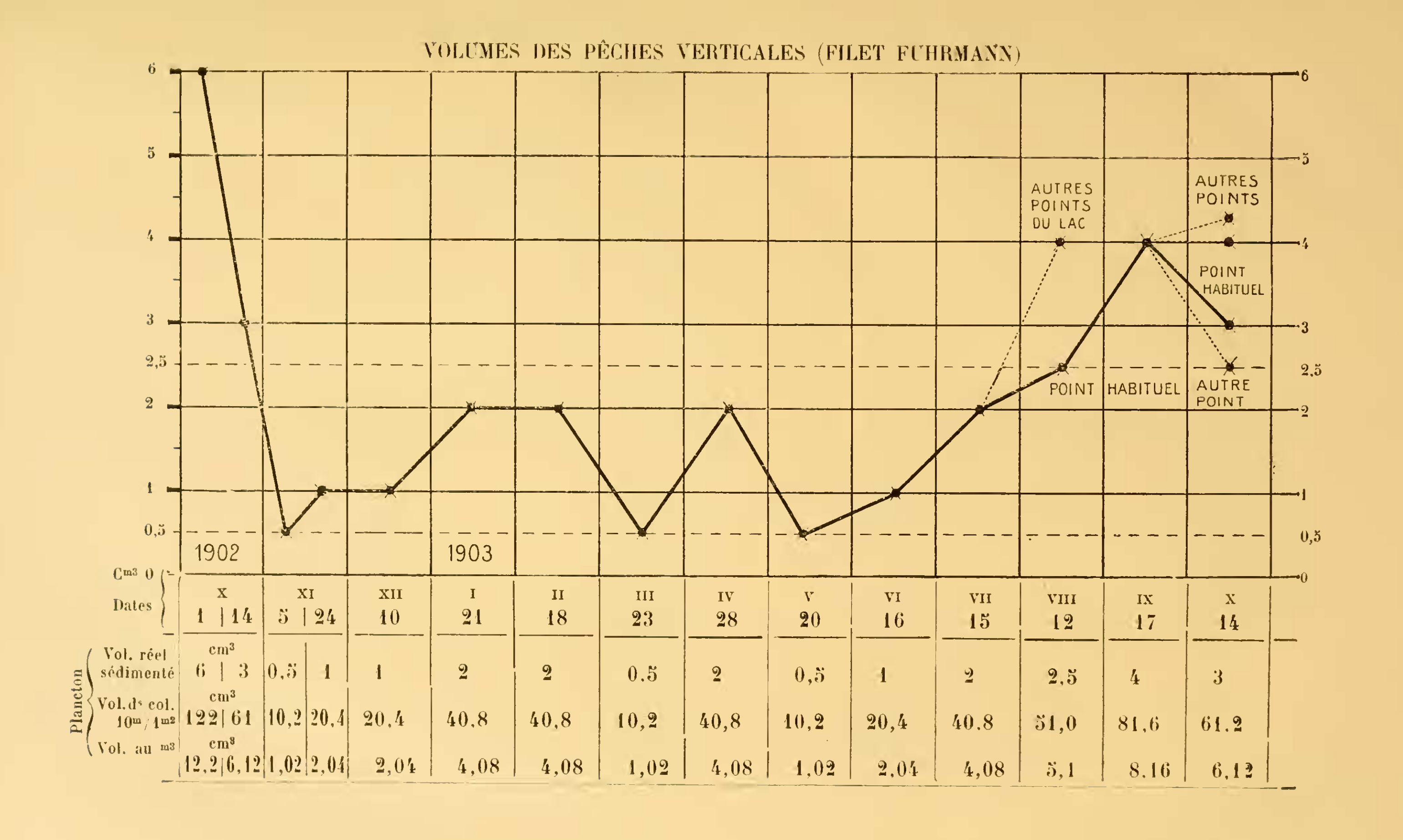
Ces pêches, faites d'octobre 1902 à octobre 1903 avec le filet Fuhrmann, ont été fixées sur place, puis au laboratoire nous avons laissé la récolte se déposer dans une éprouvette graduée. Le volume, sédimenté dans un mélange d'eau et d'alcool, était évalué au bout de 24 heures ; nous avions précédemment établi qu'un repos plus prolongé ne produisait plus qu'un tassement négligeable.

Voici, réunis en un tableau graphique, les chiffres obtenus. On y trouve pour chaque pêche :

1° le volume réel sédimenté ;

2° le volume de plancton calculé pour une colonne d'eau de 10 m. de haut et 1 m^2 de base (facteur 20,4) ;

3° le volume de plancton calculé pour 1 m^3 d'eau.



Dates		X 1	X 14	XI 5	XI 24	XII 10	I 21	II 18	III 23	IV 28	V 20	VI 16	VII 15	VIII 12	IX 17	X 14
Plancton	Vol. réel sédimenté (cm³)	6	3	0,5	1	1	2	2	0.5	2	0,5	1	2	2,5	4	3
	Vol. dˢ col. 10ᵐ/1ᵐ² (cm³)	122	61	10,2	20,4	20.4	40.8	40,8	10,2	40,8	10,2	20,4	40.8	51,0	81,6	61.2
	Vol. au m³ (cm³)	12,2	6,12	1,02	2,04	2,04	4,08	4,08	1,02	4,08	1,02	2,04	4,08	5,1	8.16	6,12

L'examen de ce graphique nous montre :

1° Un maximum absolu en automne (octobre 1902) (septembre 1903) ; trois minima absolus (novembre 1902, mars et mai 1903). FOREL (Léman III) indique pour le lac de Bret un maximum saisonnier en mars-juin.

2° Un maximum relatif en hiver, sous la glace ; la faune, loin de s'éteindre pendant la saison froide, est pendant les mois de novembre, décembre, janvier, février, mars et avril, pour le moins aussi dense que pendant les mois de mai, juin et juillet.

Nous verrons du reste cette faune d'hiver présenter certains caractères spéciaux et montrer une composition intéressante.

3° La richesse du lac de Bret en plancton, c'est-à-dire en matière organisée ; pas plus que d'autres naturalistes nous n'avons, dans ces dosages du volume brut, séparé le zooplancton du phytoplancton ; quoique ce dernier ne donne en général qu'une faible partie du volume total, il est cependant des époques de l'année où les Algues et Diatomées présentent un développement considérable et influent alors d'une façon sensible sur le volume brut. C'est donc avec cette réserve qu'il faut envisager les chiffres donnés plus haut, et nous nous rapprocherons davantage de la réalité en disant qu'ils représentent les variations de productivité du lac en matière organisée, tant animale que végétale.

Ceci nous amène à comparer quelques lacs à ce point de vue, en indiquant en outre l'époque des maxima et minima par des chiffres romains correspondant aux mois. Remarquons cependant que les chiffres des divers auteurs ne permettent pas tous une comparaison rigoureuse et ne doivent être pris que comme valeurs approximatives, étant donnée la différence des méthodes de récolte et d'évaluation.

LACS	Date	Prof. du trait	Volume sous 1m²	Auteur	Volume au m³	Epoques de Max.	Epoques de Min.
		m.	cm³		cm³		
Lac de Bret .	30. V. 96	15	46	Forel	3,06		
	23. V. 96	12	47	Forel	3,91	III.-VI	
	14. X. 02	10	122,4	Linder	12.24	X.	
	5. XI. 02 23. III. 03 20. V. 03	10	10,2	Linder	1,02		XI.III.V
Lützelsee .	20. V. 99	5	32,0	Waldvogel	6,4	V.	I.
Léman . .	19. V. 96	60	126	Forel	2,1	V.-VI	III. IX
Lac de Zurich .	15. V. 96	60	260	Forel	*4,33	Max. - fin hiver c. printemps, fin été-autom.	
	19. V. 96	60	840	Heuscher	*14,0	Min. - com. hiver, printemps com. été.	
Bodan . .	$^{13}/_{14}$ V.96	60	14	Forel	0,23		
Lac de Neuchâtel.	1900	40	92	Fuhrmann	2,3	V. XII	III. VIII
Lac de Garde	1895	50	62	Garbini	1,24		
Katzensee .	14.XI.98	5	6,2	Amberg	1,24	V. XI	X. II. I
	19. I. 99	5	0,6	Amberg	0,12		
Lago di Muzzano.	1900?	3	330,3	Amberg	108,70		
Lac des 4 Cantons	1900	214	12-60	Burckhardt	0,056-0,28		
Lac d'Alpnach .	1900	33	7-15	Burckhardt	0,21-0,45		
°Dobersdorfersee.	27. II. 92	19	136	Apstein	9,2	X.	II.
	4. X. 91	19,5	3977	Apstein	217,5		
°Plönersee .	3.VII. 92	40?	424	Apstein	10,9	VII.	II.
	4. II. 93	40	13	Apstein	0,32		
	1895	40	862	Zacharias	21,5	VIII.	
°Molfsee . .	6. VI. 93	3	1363	Apttein	454,3	VI.	
	?	3?	197	Apstein	56,6		
Lake St-Clair	?	6	—	Reighard	Min. Max. 1,44 - 4,79		

° Lacs-Etangs du Nord de l'Allemagne.
* Développement extraordinaire de *Tabellaria fenestrata*.

Il ressort de cette comparaison que le lac de Bret, comme producteur de matière organisée, occupe une position intermédiaire entre nos grands lacs, assez pauvres, et les petits lacs peu profonds, excessivement riches, mais qui ne sont plus guère que des lacs-étangs. D'après les auteurs, nous rangerions le lac de Bret dans la catégorie des étangs et lacs de productivité

moyenne, avec 5-15 cm^3 par m^3, tandis que les lacs de faible productivité ne donnent que jusqu'à 5 cm^3, et ceux de forte productivité de 15-50 cm^3 par m^3.

Plusieurs facteurs contribuent à cette richesse relative du lac de Bret:

a) L'altitude du bassin ne semble jouer qu'un rôle minime et secondaire. Il est cependant à remarquer que d'une façon générale nos lacs de la plaine et du plateau sont assez pauvres en plancton, tandis que les bassins alpins semblent allier à leur altitude élevée une richesse relative, pour autant du moins que l'on peut en juger d'après les données purement qualitatives et biologiques de ZSCHOKKE (90, 91, 94, 00.) Rappelons, pour mémoire, que IMHOF (01) cite 6 genres de Mollusques pour le lac de Bret et parle à ce propos d'un « besonderer Reichtum kleinerer Seen ».

Par sa richesse en matière organisée comme par sa position géographique le lac de Bret prendrait donc une position intermédiaire entre les lacs de plaine et les lacs de montagne. Cette constatation sommaire demanderait à être appuyée par des chiffres précis, mais pour le moment, elle nous semble devoir être mise en parallèle avec la productivité plus considérable des eaux douces du Nord opposée à la pauvreté relative de celles du Sud, telle que l'indique STEUER (01).

Nous aurions là, si les faits viennent vérifier cette hypothèse, un nouveau parallélisme entre la distribution en latitude et en altitude comme il est connu déjà pour la faune et la flore aériennes, qui, de la plaine à la montagne, présentent une succession de formes analogues à celles que l'on rencontre de l'équateur aux pôles.

b) La morphologie du bassin est par contre le facteur le plus important de sa productivité. Il est généralement reconnu que, toutes conditions égales d'ailleurs, la petite étendue et la faible profondeur d'un lac impliquent un plancton plutôt riche. Or, le

lac de Bret satisfait assez bien à ces conditions et possède, outre ses dimensions restreintes, des eaux relativement calmes et tranquilles, très favorables au développement de la faune pélagique.

Nous considérons enfin :

c) Le facteur nourriture ; les matières organiques dissoutes dans l'eau du lac sont assimilées par les plantes microscopiques du plancton, qui à leur tour servent de nourriture aux organismes animaux de la société pélagique. La richesse d'un lac en matière vivante, organisée, est donc, dans de certaines limites, proportionnelle à sa teneur en substances organiques dissoutes. Or, nous voyons, en récapitulant avec Apstein (96) les sources de nourriture d'un bassin, que le lac de Bret est à bien des égards favorisé et que par là s'explique sa richesse en plancton.

Un lac reçoit en effet ses matières organiques par :

a) L'air atmosphérique (oxygène).

b) Les précipitations aqueuses, pluie et neige. Nous avons calculé à ce propos, d'après Apstein (96) et Forel (Léman) que le lac de Bret avec son $^1/_2$ km^2 recevait annuellement par la pluie et neige (1^m20) et sans compter ni les eaux de ruissellement ni l'apport du Grenet, 25,6 tonnes de matières organiques, consistant en ammoniaque, acides nitrique et nitreux, nitrates, et matières organiques solides, poussières, etc.

c) La décomposition et dissolution des plantes littorales, qui fournissent au lac l'anhydride de carbone, de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, en proportion de l'importance de la zone littorale. Celle-ci est très étendue à l'extrémité N. du lac de Bret, où elle recouvre d'anciennes tourbières. L'extrémité S. montre également une forte végétation (Phanérogames immergés, Ouates d'algues), quoique s'étendant moins en avant. Les côtés O. et E. du lac ont déjà été cités pour le faible développement qu'y acquiert la zone littorale.

d) le rivage (chute de feuilles d'arbres, etc.);

e) les affluents;

f) les localités riveraines, dont le lac reçoit les déchets.

Ces 3 derniers facteurs sont négligeables ou nuls pour le lac de Bret: quelques saules sont les seuls arbres sur la rive immédiate; le Grenet charrie évidemment des matières organiques, mais son importance est limitée en ce qu'il est l'affluent unique; quant aux sources sous-lacustres que l'on prête au lac de Bret, elles sont trop hypothétiques et contiendraient du reste surtout des matières minérales. Enfin, il n'est pas de localité à proximité du lac et l'influence de fermes isolées ne peut être appréciable.

b) *Dénombrement des Crustacés recueillis avec la pompe.*

Le matériel recueilli, fixé sur place, était soumis au laboratoire à une sédimentation prolongée, pour être ensuite concentré par une décantation soigneuse. Dès septembre 1902, nous avons remplacé la décantation par une filtration au travers de la gaze de soie double (mailles de 72-84 μ), fixée par un anneau de caoutchouc sur l'ouverture d'un tube de lampe AUER. Le plancton était alors transporté du filtre dans une éprouvette graduée et étendu d'un mélange d'eau et d'alcool jusqu'au volume de 20 cm^3.

Tenant compte des chances d'erreur qu'offre la filtration de l'eau pompée, ainsi que des pertes de matériel, inévitables malgré toutes les précautions, nous avons appliqué le dénombrement aux Crustacés seulement, dont nous pouvions être certain d'avoir recueilli le tiers (LOHMANN [02]) sinon la presque totalité.

Nous avons compté les Crustacés en tant que genres, sans tenir compte du sexe ni de l'âge des individus, en faisant toutefois un dénombrement à part pour les larves *Nauplius*.

La plaque à compter mesure 10,5/6.5 cm. et porte un champ rectangulaire de 7,2/5,4 cm. divisé en 432 carrés de 3^{mm} de côté.

Le plancton, bien mélangé dans l'éprouvette, est prélevé au moyen d'une pipette de 1 cm^3, évasée à son ouverture inférieure ; la graduation de la pipette et celle de l'éprouvette se contrôlent l'une l'autre.

Nous comptons alors, sous une loupe montée, tous les Crustacés contenus dans le cm^3 prélevé. Pour chaque individu rencontré, nous mettons un pois dans un des 6 godets correspondant aux 6 genres de Crustacés en présence. Les pois sont ensuite comptés, le résultat est noté sur un formulaire.

Nous avons répété ces opérations 3 fois pour chaque récolte, afin d'obtenir un chiffre moyen. En général les 3 plaques donnaient des résultats assez concordants. Une simple multiplication par 20 (chiffre de la dilution) nous renseignait alors sur la quantité de Crustacés dans les 100 L. d'eau pompée.

Dans quelques cas, nous avons compté jusqu'à 8 et même 20 plaques, soit la récolte entière, mais les chiffres étaient si peu divergents que le dénombrement de 3 cm^3 nous a paru suffisant.

On verra dans la transcription d'un de nos formulaires que les résultats obtenus sont multipliés par le facteur 20 seulement (chiffre de la dilution) ; l'exagération des erreurs possibles est ainsi de beaucoup inférieure à celle que produisent d'autres méthodes par l'emploi des multiplications répétées ou d'un multiplicateur élevé (157 avec le filet APSTEIN). Pour cette même raison nous nous sommes abstenu de donner le nombre de Crustacés contenus dans une colonne de 10 m. de haut et de 1 m^2 de base. Une multiplication par 20,4 (facteur du filet FUHRMANN) donnerait du reste ce nombre, mais nous avons préféré ne pas faire cette opération avec nos résultats, car nous ne savons pas jusqu'à quel point ils sont l'expression de la réalité.

Voici, pour fixer les idées et récapituler la marche suivie, un exemple d'un de nos formulaires :

BRET. $\frac{19. \text{VIII.}}{1902}$ 23 h.[1] Quant. sédimentée 1,5 — 2 cm³.

Pompe : 100 L. à 2 mètres.

CRUSTACÉS (genres)	Plaques à 1 cm³			Moyenne	Dilution	Dans 100 L.
	I	II	III			
Daphnia	53	50	45	49	$\frac{1}{20}$	980
Diaphanosoma . .	28	48	34	37		740
Ceriodaphnia . . .	360	390	326	359		7180
Bosmina	1	0	0	0		0
Diaptomus	115	145	110	120		2400
Cyclops	190	185	185	187		3740
Nauplius	256	285	225	255		5100

Nous avons utilisé les chiffres de la dernière colonne de ces formulaires pour construire les graphiques mensuels de la variation quantitative des Crustacés, à 2 m. et à 10 m., ainsi qu'à la surface pendant les mois de septembre, octobre et novembre 1902. Nous y avons représenté chaque genre par une barre verticale à hachure spéciale et nous avons donné à ces barres 1mm de hauteur pour 100 individus contenus dans 100 litres. Le volume sédimenté brut du plancton des 100 litres est indiqué en cm³ sous le graphique du mois correspondant.

Ce tableau représente donc le mouvement général de la faune des Crustacés pendant le cours de l'année.

Nous aurons l'occasion de revenir sur quelques détails de cette statistique, en traitant de la biologie, mais ce qui frappe à première vue, c'est, outre la proportion inégale des divers genres à la même époque, la pauvreté et souvent l'absence de Crustacés à 10 m. de profondeur. Ce fait, constaté également dans le Rothsee par HOOL (cité dans BACHMANN (00), est d'autant plus

[1] Nous numérotons les heures en une série unique de 24 heures, commençant à 1 heure du matin et finissant à minuit.

étonnant que dans les grands lacs, tels que celui des Quatre-Cantons, on a, au moyen de la pompe, recueilli des Crustacés jusqu'à 70 m. de profondeur. La cause de cette pauvreté, pour le lac de Bret du moins, en est probablement à la faible transparence des eaux : la lumière du jour ne pénètre pas intégralement jusqu'à 10 m.; il s'en suit que les Algues vertes du plancton ne peuvent assimiler ni vivre à cette profondeur et que les Crustacés, consommateurs de ces Algues, désertent ces régions profondes, obscures, où la table n'est jamais bien servie.

Le graphique montre nettement l'apogée des Crustacés pendant les mois d'août à novembre. L'augmentation est graduelle de mai en août 1902. La diminution est assez brusque dès novembre pendant les mois d'hiver. Nous n'avons pas pompé en janvier et février 1903, mais le graphique des pêches verticales au filet nous a fait voir que la faune ne fait pas défaut pendant ces deux mois et nous pouvons admettre avec beaucoup de probabilité que la pompe nous aurait donné des renseignements analogues.

Dès avril 1903 la quantité des Crustacés augmente de nouveau pour tendre vers le maximum d'automne.

Il est intéressant de remarquer que les deux Copépodes avec leurs *Nauplius* l'emportent en toute saison sur les quatre Cladocères, qui font presque entièrement défaut au printemps, en été et en hiver, dans les profondeurs du moins où nous avons pompé.

Les Cladocères arrivent assez brusquement à leur apogée en octobre pour diminuer ou disparaître tout aussi rapidement dès novembre.

En octobre seulement, nous trouvons à 2 m. les sept Crustacés simultanément : Cladocères et Copépodes atteignent alors un maximum, absolu pour les premiers, relatif pour les seconds dont la vraie apogée est en août. Ce maximum d'octobre 1902 se traduit aussi bien à la surface qu'à 2 m. et 10 mètres, et cor-

Rev. Suisse de Zool. T. 12. 1904. Ch. Linder

Dénombrement mensuel des Crustacés pompés

Signes employés: Diaphanosoma, Daphnia, Ceriodaphnia, Bosmina, Cyclops, Diaptomus, Larves Nauplius

Echelle:

1 mm = pour 100 individus dans 100 litres. Les quantités de moins de 100 individus sont simplement indiquées par le chiffre correspondant.

0 mètres

Date	Diaphanosoma	Daphnia	Ceriodaphnia	Bosmina	Cyclops	Diaptomus	Larves Nauplius	Volume
3.IX.02	0	0	520	40	4220	760	1000	2 cm³
1.X.02	0	500	4160	160	3140	1060	680	1,5 cm³
5.XI.02	0	20	0	1940	80	1800	280	0,5 cm³

2 mètres

Date	Diaphanosoma	Daphnia	Ceriodaphnia	Bosmina	Cyclops	Diaptomus	Larves Nauplius	Volume brut de la récolte
2.V.1902	0	0	0	40	280	1040	1440	0.2 cm³
3.VI.02	0	40	60	640	660	520	680	0,6 cm³
1.VII.02	0	140	100	0	1080	360	1480	0,5 cm³
8.VIII.02	20	0	220	0	260	1080	8060	0,75 cm³
3.IX.02	40	0	1940	0	1520	1920	780	1,5 cm³
1.X.02	20	980	4680	60	3080	1760	460	1,75 cm³
5.XI.02	0	80	120	3240	240	2160	240	1 cm³ avec débris
10.XII.02	0	140	20	100	20	960	180	0,5 avec débris
1903	Sac gelé. Pas de chiffres							
23.III.1903	0	0	0	40	180	220	300	0,1 avec Rotateurs et débris
28.IV.03	0	0	0	660	60	1380	2740	1,25 avec qqes débris

10 mètres

Date	Diaphanosoma	Daphnia	Ceriodaphnia	Bosmina	Cyclops	Diaptomus	Larves Nauplius	Volume de la récolte
2.V.1902	0	0	0	0	0	40	520	Inappréciable. Flocons détritiques
3.VI.02	0	20	0	20	40	100	60	Inappréciable. Bcp. mat. détrit. fines
1.VII.02	0	0	0	0	80	60	780	Inappréciable. Mat. détrit. filamenteuses
8.VIII.02	0	0	0	0	0	20	220	env. 0.2 cm³ surtout mat. détrit.
3.IX.02	0	0	0	0	3000	20	160	3 cm³, non tassé! surtout flocons filamenteux
1.X.02	0	100	360	0	400	140	400	1 cm³ Nombreux débris
5.XI.02	0	20	60	260	280	660	60	1 cm³ avec débris
10.XII.02	0	280	20	160	0	800	160	0,75 cm³ surtout débris fins
Janvier et Février								
23.III.1903	0	0	0	0	0	20	320	Inappréciable. Rotateurs. Particules minérales
28.IV.03	0	0	0	0	100	60	840	0,5 cm³. Floconneux, avec débris

respond exactement au maximum que nous avons trouvé le même jour par la pêche avec le filet vertical. (Voir plus haut.)

Enfin, les Copépodes semblent avoir leur principale époque de reproduction entre la fin de juillet et le début d'août, si nous en jugeons par la quantité énorme de larves *Nauplius* pompées à 2 m. le 8 août 1902. Leur nombre paraît cependant plus extraordinaire qu'il n'est en réalité, si nous considérons que ces larves se répartissent entre les deux genres *Cyclops* et *Diaptomus*; l'impossibilité qu'il y a de les déterminer à l'état larvaire, nous force à les réunir sous une seule dénomination.

La variation mensuelle très brusque de quelques genres provient évidemment de ce qu'une partie des individus se trouvaient à des profondeurs autres que celles où nous avons pompé. Il faudrait donc, pour avoir une image fidèle de la variation numérique, explorer successivement toutes les couches intermédiaires entre 0 et 10 mètres. Le faible débit de notre pompe exige un temps assez considérable pour ces opérations : nous n'avons pour cette raison pu les entreprendre; nous nous proposons cependant de nous y livrer dans une étude ultérieure.

c) Evaluation approximative des proportions entre les genres des organismes pélagiques (pêches horizontale et verticale).

Parallèlement à la méthode de la pompe, nous avons pratiqué celle, plus primitive et moins exacte de la pêche horizontale avec les filets. (Voir plus haut : Méthodes de récolte.)

Ce système présente l'inconvénient de ne faire connaître exactement ni la profondeur explorée ni la quantité d'eau filtrée. Malgré ces défauts, l'analyse du matériel ainsi récolté à 0,2 et 8 mètres par deux filets de finesse différente, nous a été très utile au point de vue biologique.

Nous remplaçons ici le dénombrement exact et la statistique absolue par l'examen plus rapide de préparations d'autant plus nombreuses; ce procédé nous a fourni des données relatives, il est vrai, mais comparables; il nous a permis de suivre les cycles

biologiques, périodes de reproduction, apparitions et disparitions de la plupart des organismes.

Comme échelle d'évaluation, nous avons utilisé celle du professeur H. Blanc. Lorsque parut le travail de Lozeron (02), nous avons adapté à notre échelle les définitions des degrés de fréquence, que Lozeron donne d'après Schröter (97), et nous avons contrôlé à nouveau les évaluations précédemment faites. Ici encore les résultats sont donc comparables avec ceux de quelques auteurs, quoique nous ayons employé des désignations et signes abréviatifs différents, que nous justifierons et que le petit tableau suivant montre en regard de ceux de Schröter-Lozeron.

Echelle du prof. Blanc	Signes	*Définitions d'après* Lozeron.	Echelle Schröter-Lozeron	Signes
	—	Se trouve en plus grande quantité dans toutes les préparations	*Dominant*	▬
Abondants	◇	Se trouve beaucoup dans toutes les préparations.	*Très nombreux*	═
Fréquents	+	On en trouve q.-uns à tous les déplacements du porte-objet.	*Nombreux*	—
Rares	□	—	—	
Très rares	○	Il faut chercher pour trouver plusieurs individus, ou on n'en trouve qu'accidentellement quelques-uns.	*Isolés*	......
Absents	—	—	—	

Désignant par « abondant » l'espèce prédominante, nous avons ramené à deux les trois premiers degrés de Lozeron, dont l'application est dans certains cas embarrassante.

Par contre, nous avons tenu à ménager une transition moins brusque entre les « nombreux » et les « isolés » de Lozeron, en intercalant dans notre échelle le qualificatif de « rares » qu'il est superflu de définir.

L'usage du dernier degré de notre échelle pourrait paraître inutile ; nous ne l'avons trouvé dans aucune évaluation statistique des auteurs. Si nous l'avons introduit dans ce travail et si nous l'y maintenons, c'est pour les raisons suivantes :

En se contentant de mentionner uniquement les organismes

présents, on néglige une partie importante ou tout au moins intéressante de la population pélagique : les animaux momentanément absents;

Or, biologiquement parlant, l'absence, à une époque donnée, d'une de ces espèces, est souvent plus importante à constater que la présence d'autres organismes que l'on trouve dans le plancton à toute saison. Il est par conséquent utile d'insister sur son absence. Nous avons donc chaque fois passé en revue la liste complète des animaux trouvés dans la région pélagique au cours de nos récoltes et nous avons noté la fréquence relative des organismes présents, aussi bien que l'absence momentanée, la présence négative pour ainsi dire, de certaines espèces d'apparition intermittente.

Les tableaux qui vont suivre donneront l'évaluation quantitative, sans les remarques biologiques que nous avons pu faire à propos de quelques espèces. Pour faciliter la lecture de ces tableaux, nous en avons exclu toute annotation; les observations faites au cours de cette statistique seront reprises dans la partie spéciale en traitant les organismes les uns après les autres.

Quant aux profondeurs auxquelles nous avons traîné les filets, rappelons qu'à cause de la direction oblique que prend la corde pendant la traction, le chiffre de 8 m. est d'une approximation éloignée, celui de 2 m. est plus exact, et celui de 0 m. est seul précis puisqu'il n'échappe pas au contrôle comme les deux autres.

Les indications concernant la température, l'état du temps et du lac, ont été données au début de ce travail; nous y renvoyons.

Dans les tableaux qui suivent, le résultat des analyses des pêches verticales a été joint à celui des récoltes horizontales, pour les compléter pendant la bonne saison et les remplacer pendant les mois de janvier et février 1903.

DATES : 1902	2 . V	3 . VI	23 . VI	1 . VII	14 . VII	4 . VIII	18 . VIII	2 . IX	3 . IX	
Heures	Après-midi.	16-18 h.	Après-midi.	Après-midi.	Après-midi.	Après-midi.	Après-midi.	Après-midi.	Après-mi i.	
Profond^{r} de la récolte	2 . 8	2 . 8	2 . 8	2 . 8	2 . 8	0 . 2 . 8	2 . 8	0 . 2 . 8	0 . 2 . 8	Mètres.
Larves *Corethra*	— —	— —	— —	— —	— —	— — +	— —	— — □	— — □	
Diaphanosoma	○ —	— —	— —	— —	— —	— — —	□ ○	— ○ —	○ ○ —	
Daphnia	□ ○	□ +	□ □	◇ □	+ ◇	— □ ◇	□ ◇	○ □ ◇	— □ ◇	
Ceriodaphnia	○ —	○ —	□ —	○ ○	□ —	— + □	◇ ○	+ ◇ □	○ ◇ +	
Bosmina	+ ○	+ +	○ ○	○ ○	○ —	○ ○ ○	○ —	□ — —	□ ○ ○	
Cyclops	+ □	□ □	+ +	+ +	+ +	○ □ □	+ □	+ □ ◇	+ □ +	
Diaptomus	◇ □	◇ ◇	◇ ◇	□ ◇	+ +	— + +	◇ □	○ ◇ ○	○ ◇ +	
Larves *Nauplius*	◇ ◇	□ +	+ +	+ +	+ +	○ □ □	+ □	□ □ □	□ □ □	
Floscularia	— —	— —	— —	— —	— —	— — —	— —	— — —	— — —	
Conochilus	— —	— —	— —	— —	— —	— — —	— —	○ — —	○ ○ —	
Triarthra	○ +	— ○	— ○	— ○	— ○	— — —	— ○	— — —	— — —	
Polyarthra	○ ○	— □	— ○	○ □	— —	— □ ○	+ ○	+ ○ □	□ ○ □	
Synchæta	□ ○	— —	— —	— —	— —	— — —	— —	— — —	— — —	
Gastropus	○ —	+ □	□ □	— ◇	□ □	○ — ○	○ —	□ — —	— — —	
Notops	— —	— —	— —	— —	— —	— — —	— —	— — —	— — —	
Mastigocerca	— —	— —	— —	— —	— —	— □ ○	□ —	+ □ —	+ □ □	
Anapus	— —	— —	— —	— —	— —	○ □ —	○ —	○ — —	○ — —	
Anuræa	+ +	◇ ◇	+ +	+ ◇	□ +	○ □ ○	○ ○	+ □ □	+ + +	
Pedalion	— —	— —	— —	— —	— —	— — —	— —	○ — —	○ — —	
Ceratium	○ ○	○ ○	□ □	□ □	□ +	◇ ◇ ◇	□ ○	□ ○ —	□ ○ ○	
Peridinium	+ ○	□ □	□ +	□ □	+ +	○ □ +	— —	— — —	— — —	
Mallomonas	— —	— —	— —	— —	— —	— — ○	— —	— — ○	— — —	
Dinobryon	○ ○	○ ○	— —	— —	— —	+ + □	○ —	○ ○ □	□ — —	
Diplosiga	— —	— —	— —	— —	— —	— — —	— —	— — —	— — —	
Rhabdostyla	— —	— —	— —	— —	— —	— — —	— —	— — —	— — —	
Coleps	— —	○ ○	□ □	+ +	□ □	— ○ —	— —	— — —	— — —	

◇ abondant. + fréquent. □ rare. ○ très rare ou isolé. — absent.

Dates : 1902	16.IX			1.X			14.X			5.XI					24.XI				10.XII				
Heures	Après-midi.			Après-midi.			Après-midi.			Après-midi : 13-16 h				Soir 19 1/2 h.	Après-midi : 13-16 h.				Après-midi.				
Profondeur de la récolte	0	2	8	0	2	8	0	2	8	0	2	8	Vertic. 10	0	0	2	8	Vertic. 10	0	2	8	Vertic. 10	Mètres.
Larves *Corethra*	—	—	□	—	—	□	—	—	□	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Diaphanosoma	□	□	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Daphnia	○	+	+	□	+	+	□	□	◇	□	+	+	○	+	○	+	+	○	—	□	+	+	
Ceriodaphnia	◇	◇	+	□	◇	◇	+	+	+	□	□	□	□	□	○	○	□	○	—	—	○	—	
Bosmina	○	○	○	○	○	○	□	□	□	+	+	+	□	+	□	+	□	○	○	□	□	□	
Cyclops	◇	+	◇	+	◇	◇	+	□	+	○	□	□	□	□	—	○	○	○	—	—	—	—	
Diaptomus	+	+	+	□	+	□	○	◇	+	◇	◇	◇	+	◇	+	◇	◇	+	○	◇	◇	+	
Larves *Nauplius*	□	□	○	□	□	□	+	+	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
Floscularia	—	—	—	○	—	—	○	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	
Conochilus	□	□	○	□	□	+	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Triarthra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	○	
Polyarthra	○	○	○	○	○	—	□	○	—	○	○	□	○	○	□	○	□	□	+	○	○	+	
Synchæta	—	—	—	○	○	—	□	○	○	+	+	+	□	+	+	+	□	□	□	+	+	+	
Gastropus	○	—	—	+	—	—	□	○	—	—	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	○	
Notops	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mastigocerca	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Anapus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Anuræa	□	□	○	◇	○	—	◇	□	□	◇	+	+	◇	◇	◇	+	+	◇	◇	+	+	◇	
Pedalion	—	—	—	—	—	○	○	—	○	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ceratium	○	○	—	+	—	—	+	○	○	□	○	○	○	○	○	—	○	○	—	○	—	○	
Peridinium	—	○	○	—	—	—	○	—	—	○	—	—	○	○	□	○	—	—	□	○	○	□	
Mallomonas	○	○	—	+	—	—	◇	○	—	□	□	+	◇	+	+	+	□	+	+	○	□	+	
Dinobryon	○	○	—	□	○	—	○	○	—	—	—	—	—	○	○	○	—	○	◇	—	—	□	
Diplosiga	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Rhabdostyla	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Coleps	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	

◇ abondant. + fréquent. □ rare. ○ très rare ou isolé. — absent. N. B. — Sauf mention spéciale (*vertic.*), tous les résultats proviennent de pêches horizontales.

Dates : 1903.	21.I	18.II	23 III				16.IV	28.IV				20.V	16.VI	15.VII	12.VIII	17.IX	14.X	
	Lac gelé.																	
Heures	Après-midi.		Après-midi : 15-18 h.				15-16 h.	Après-midi : 15-17 ½ h.				13-14 h.	15-17 h.	14 h.	15-18 h.	15-17 h.	15-17 h.	
	Vertic.	Vertic.				Vertic.	Vertic				Vertic.	Verticales						
Profondr de la récolte.	10	10	0	2	8	10	?	0	2	8	10	10	10	10	10	10	10	Mètres.
Larves *Corethra*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	□	□	□	—	
Diaphanosoma	—	—	—	—	○	—	—	—	○	—	—	—	○	○	○	□	—	
Daphnia	□	○	—	○	□	○	□	—	□	○	○	○	○	□	□	+	+	
Ceriodaphnia	○	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	○	□	+	+	+	□	
Bosmina	○	○	○	○	+	○	+	+	+	+	□	+	□	+	□	+	□	
Cyclops	□	—	○	○	+	□	+	□	+	+	□	□	○	□	□	◇	□	
Diaptomus	+	+	○	□	◇	+	+	□	◇	◇	+	+	□	+	○	□	+	
Larves *Nauplius*	□	□	+	□	+	+	+	◇	◇	◇	+	□	□	□	+	+	○	
Floscularia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	—	—	
Conochilus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—	—	
Triarthra	□	+	□	◇	○	+	+	□	□	+	+	+	○	—	—	—	—	
Polyarthra	+	○	○	○	—	○	□	○	□	○	□	+	□	□	○	□	○	
Synchæta	□	○	+	□	◇	+	□	○	○	—	○	○	—	—	—	—	—	
Gastropus	□	□	—	○	—	—	—	—	—	○	—	□	○	—	—	○	—	
Notops	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	□	—	—	—	—	—	
Mastigocerca	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	□	+	+	□	○	
Anapus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	○	—	
Anuræa	◇	◇	◇	◇	□	◇	◇	□	+	+	◇	+	+	□	○	□	+	
Pedalion	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	—	—	—	
Ceratium	○	—	○	○	—	○	□	+	□	□	+	+	◇	+	+	◇	◇	
Peridinium	+	+	◇	+	—	+	◇	◇	◇	◇	◇	◇	○	—	□	○	—	
Mallomonas	◇	◇	+	+	—	+	+	□	□	+	+	○	○	—	—	—	—	
Dinobryon	+	○	—	—	—	—	○	—	—	—	—	○	○	◇	◇	○	□	
Diplosiga	—	○	+	+	—	+	+	+	○	—	+	◇	—	—	-	+	—	
Rhabdostyla	○	—	□	○	—	○	□	□	○	—	□	—	—	—	—	—	—	
Coleps	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	□	□	□	+	+	□	

◇ abondant. + fréquent. □ rare. ○ très rare ou isolé. — absent N. B. — Sauf mention spéciale (*vertic.*), tous les résultats proviennent de pêches horizontales.

Avant de passer à la partie biologique, où nous traduirons en manifestations vitales les graphiques qui précèdent, comparons du point de vue des résultats obtenus, la méthode de la pompe avec dénombrement exact et la méthode des filets horizontaux avec évaluation approximative. Ce rapprochement doit être fait sous réserve des particularités qui sont inhérentes à chaque procédé et qui ont été mentionnées plus haut; si nous ne pouvons en effet comparer directement les quantités d'eau filtrée ni les deux méthodes de statistique, il nous est cependant possible de mettre en parallèle les résultats obtenus par les deux procédés à la même profondeur et à la même date (à l'exception du mois d'août 1902, où nous avons pompé le 8, et pêché avec les filets le 4). Cette comparaison s'étend aux Crustacés seulement, pompés à la profondeur de 2 m. pendant toute l'année et à 0 m. pendant les mois de septembre, octobre et novembre 1902.

Dans les tableaux qui suivent, nous donnons, pour les comparer les uns aux autres, trois sortes de résultats :

1° Le nombre *absolu* des individus comptés dans 100 l. d'eau pompée.

2° La fréquence *relative* des espèces pompées, établie d'après l'échelle suivante :

20 à 250	individus	dans	100 l.	=	très rares	○
250 à 750	»	»	»	=	rares	□
750 à 1500	»	»	»	=	fréquents	+
1500 à 8060	«	»	»	=	abondants	◇

Cette évaluation permet de comparer les résultats de la pompe avec ceux des filets.

3° La fréquence *relative* des espèces recueillies avec les filets, appréciée d'après la méthode indiquée précédemment.

Comparaison des résultats de la pompe (dénombrement) avec ceux des filets horizontaux (évaluation) à 2 mètres.

		1902.								1903.	
		2.V.	3.VI.	1.VII.	8.VIII.	3.IX.	1.X.	5.XI.	10.XII.	23.III.	28.IV.
Diaphanosoma	Pompe individ. d. 100 L.	—	—	—	20	40	20	—	—	—	—
					○	○	○				
					4.VIII.						
	Filets .	○	—	—	—	○	○	—	—	—	○
Daphnia .	Pompe	—	40	140	—	—	980	80	140	—	—
			○	○			+	○	○		
					4.VIII.						
	Filets .	□	□	◇	□	□	+	+	□	○	□
Ceriodaphnia . .	Pompe	—	60	100	220	1940	4680	120	20	—	—
			○	○	○	◇	◇	○	○		
					4.VIII						
	Filets .	○	○	○	+	◇	◇	□	—	—	○
Bosmina .	Pompe	40	640	—	—	—	60	3240	100	40	660
		○	□				○	◇	○	○	□
					4.VIII.						
	Filets .	+	+	○	○	○	○	+	□	○	+
Cyclops . .	Pompe	280	660	1080	260	1520	3080	2160	20	180	60
		□	□	+	□	◇	◇	◇	○	○	○
					4.VIII.						
	Filets .	+	□	+	□	□	◇	□	—	○	+
Diaptomus . .	Pompe	1040	520	360	1080	1920	1760	2160	960	220	1380
		+	□	□	+	◇	◇	◇	+	○	+
					4.VIII.						
	Filets .	◇	◇	+	+	◇	+	◇	◇	□	◇
Nauplius .	Pompe	1440	680	1480	8060	780	460	240	180	300	2740
		+	□	+	◇	+	□	○	○	□	◇
					4.VIII.						
	Filets .	◇	□	+	□	□	□	□	□	□	◇
		2.V.	3.VI.	1.VII.	8.VIII.	3.IX.	1.X.	5.XI.	10.XII.	23.III.	28.IV.
		1902.								1903.	

Comparaison entre pompe et filets à 0 mètres pendant les mois IX, X et XI. 1902.

		1902		
		3. IX	1. X.	5 XI.
Diaphanosoma.	Pompe	—	—	—
	Individus dans 100 L.			
	Filets	○	○	—
Daphnia . . .	Pompe	—	500	20
			□	○
	Filets	—	□	□
Ceriodaphnia.	Pompe	520	4160	—
		□	◊	
	Filets	○	□	□
Bosmina . . .	Pompe	40	160	1940
		○	○	◊
	Filets	□	○	+
Cyclops. . . .	Pompe	4220	3140	80
		◊	◊	○
	Filets.	+	+	○
Diaptomus . .	Pompe	760	1060	1800
		+	+	◊
	Filets	○	□	◊
Nauplius . . .	Pompe	1000	680	280
		+	□	□
	Filets	□	□	□
		3. IX.	1. X.	5. XI.
		1902		

Si nous essayons de dégager de ces tableaux comparatifs quelques conclusions générales, nous constatons que :

1° Dans de nombreux cas, les résultats de la pompe concor-

dent d'une façon satisfaisante avec ceux des filets, surtout lorsqu'il s'agit d'individus ou très rares ou très nombreux.

2° Dans d'autres cas, au contraire, il y a discordance évidente entre les deux séries de résultats; tantôt l'excès est du côté de la pompe, tantôt de celui des filets, sans qu'il semble possible d'établir une règle générale. Remarquons que la différence entre les résultats du mois d'août est due en partie à l'espace de 4 jours écoulé entre la récolte aux filets et celle avec la pompe.

3° Les filets ont l'avantage de ramener quelques exemplaires des Crustacés trop isolés pour que la pompe les recueille (voir par ex. *Diaphanosoma, Daphnia, Bosmina, Ceriodaphnia*). Cette particularité avantageuse n'implique pas, à notre avis, la fuite des Crustacés devant la pompe; elle semble due au fait que les filets ont toujours filtré un volume d'eau plus considérable, de 4 à 18 fois plus fort que celui des 100 L. élevés par la pompe. Nous déduisons ce chiffre approximatif de la comparaison des volumes de plancton récoltés par les 2 procédés.

Nous nous gardons du reste de conclure d'après cette comparaison à la condamnation de l'une ou l'autre des deux méthodes. Mais malgré l'équation personnelle qui, inévitablement, entache d'erreurs les évaluations et malgré le danger qu'il y a à comparer des chiffres absolus à des estimations relatives, nous nous attendions à plus de concordance dans les résultats. Nous voyons qu'il n'en est rien et nous pensons que suivant le but que l'on se propose, il faut s'adresser à l'une des deux méthodes, à la pompe pour la statistique exacte, aux filets pour la biologie ou pour établir en peu de temps une liste faunistique complète.

3. Biologie de la faune pélagique.

Les considérations qui suivent sont basées sur les résultats obtenus par les diverses méthodes dont nous avons discuté précédemment la plus ou moins grande exactitude. Si nous essayons

maintenant d'en dégager quelques aperçus biologiques, c'est avec la conscience d'une insuffisance incontestable de nos moyens d'investigation. Nous utilisons cependant les graphiques que nous avons donnés plus haut, dans la pensée qu'une statistique même imparfaite peut acquérir quelque intérêt par les déductions générales qu'elle permet de faire.

Composition mensuelle et saisonnière comparée a celle du Léman.

Pour ce qui concerne l'ensemble du plancton, sa composition est très variable dans le cours de l'année. D'une pêche à l'autre, dans l'intervalle d'environ 15 jours, les proportions numériques des organismes ont souvent changé complètement, non pas tant par l'apparition d'espèces nouvelles dont l'arrivée se fait plutôt graduellement, que par la multiplication rapide d'un groupe d'animaux pélagiques ou la décroissance subite d'un autre. Ces variations de composition sont même sensibles entre deux récoltes effectuées à très peu de jours de distance, et il paraît évident que pour en observer la transformation dans toutes ses phases, il faudrait pouvoir récolter et analyser le plancton jour par jour. Au lieu de cela nous devons nous borner à établir des moyennes mensuelles, où nous citons, d'après l'ensemble des récoltes faites aux différentes profondeurs, les familles d'organismes en les ordonnant chaque fois d'après leur prédominance relative

Il nous a paru intéressant de comparer ces tableaux mensuels à ceux que fournissait le plancton du Léman. A cet effet nous avons pêché au large d'Ouchy, autant que possible de 15 en 15 jours. Recueilli avec le filet horizontal ou vertical à des profondeurs variant entre 0 et 160 mètres, le matériel a été examiné comme celui du lac de Bret, du point de vue qualitatif et de la fréquence relative des organismes.

Voici les résultats, de mai 1902 à avril 1903 :

1902	Lac de Bret (673 m. s/mer).	Lac Léman (375 m. s/mer).
Mai.	Copépodes Rotateurs Cladocères Flagellés	Pas de récolte.
Juin	Copépodes Rotateurs Cladocères Flagellés	Copépodes Cladocères Flagellés Rotateurs
Juillet	Copépodes Rotateurs Cladocères Flagellés	Copépodes Flagellés Cladocères Rotateurs
Août	Flagellés Cladocères Copépodes Rotateurs	Cladocères (!) Copépodes Flagellés Rotateurs
Septembre . .	Cladocères Copépodes Rotateurs Flagellés	Copépodes Cladocères Flagellés Rotateurs
Octobre. . . .	Copépodes Cladocères Rotateurs Flagellés	Copépodes Rotateurs Flagellés Cladocères
Novembre . .	Copépodes Rotateurs Flagellés Cladocères	Copépodes Rotateurs Cladocères Flagellés

	Lac de Bret.	Lac Léman.
Décembre . .	Rotateurs Copépodes Flagellés Cladocères	Copépodes Rotateurs Cladocères Flagellés
Janvier 1903	Flagellés Rotateurs Copépodes Cladocères (Lac gelé.)	Copépodes Rotateurs Flagellés Cladocères
Février. . . .	Flagellés Rotateurs Copépodes Cladocères (Lac gelé.)	Copépodes Flagellés Cladocères Rotateurs
Mars	Rotateurs Flagellés Copépodes Cladocères	Copépodes Flagellés Cladocères Rotateurs
Avril	Flagellés Copépodes Rotateurs Cladocères	Copépodes Flagellés Rotateurs Cladocères

De mai à octobre 1903 nous n'avons que les tableaux mensuels du lac de Bret, très différents de ceux des mois correspondants de 1902. L'été, plutôt froid et pluvieux, de 1903, est sans doute le facteur essentiel de cette dissemblance. Il faut cependant ajouter que les tableaux de mai à octobre 1902 sont basés sur des récoltes faites au moyen des filets horizontaux, tandis que le filet vertical a été employé pour établir les tableaux des mois correspondants de 1903. Une certaine part dans la différence entre 1902 et 1903 revient donc à une différence dans les méthodes

d'investigation. Mais les tableaux faunistiques mensuels du lac de Bret se ressemblent si peu d'une année à l'autre que la question de méthode ne saurait à elle seule être la cause du changement produit; nous devons bien plutôt voir là une influence des conditions météorologiques.

Lac de Bret. 1903.

Mai.	Flagellés	Juin.	Flagellés	Juillet	Flagellés
	Rotateurs		Rotateurs		Rotateurs
	Copépodes		Cladocères		Cladocères
	Cladocères		Copépodes		Copépodes
Août.	Flagellés	Septemb.	Flagellés	Octobre.	Flagellés
	Rotateurs		Cladocères		Copépodes
	Cladocères		Copépodes		Cladocères
	Copépodes		Rotateurs		Rotateurs

La composition du plancton dans deux lacs d'altitude et de dimensions si différentes, dont l'un appartient au type thermique tempéré avec gel pendant trois mois, l'autre au type tropical sub-tempéré, — nous suggère les constatations suivantes:

La composition du plancton est plus stable dans le Léman; ainsi pendant toute l'année 1902-1903 les Copépodes ont tenu le premier rang. (La prédominance des Cladocères en août n'est qu'apparente, la statistique de ce mois n'étant malheureusement basée que sur une récolte à la surface, de nuit, par le clair de lune; or on a constaté que dans ces conditions les Cladocères viennent à la surface plus nombreux que les autres Crustacés.)

Dans le lac de Bret, au contraire, chacun des quatre groupes prédomine une ou plusieurs fois pendant l'année. Cette composition si variable semble être due à l'influence relativement plus grande qu'exercent les phénomènes météorologiques sur une masse d'eau petite, peu profonde et d'une altitude relativement élevée. Les variations thermiques annuelles y atteignent le fond du bassin et forcent les animaux à s'adapter de diverses façons ou à disparaître. Dans le Léman, au contraire, les changements

moins considérables de température pénètrent aussi moins profondément et les organismes ont pour s'y retirer des espaces infiniment étendus, où ils sont à l'abri des variations physiques du milieu, puisqu'à une certaine profondeur celles-ci ne se font plus sentir.

Le rôle plus important que jouent les Rotateurs dans le lac de Bret semble également dû aux dimensions restreintes du bassin et à la proximité de la région littorale.

Remarquons enfin que dans les deux lacs, dans le Léman qui ne gèle pas, aussi bien que sous la glace du lac de Bret, la faune pélagique se maintient en hiver; les 4 groupes sont représentés, quoique seulement par leurs espèces les plus résistantes.

Ceci nous amène à envisager la périodicité et le cycle biologique des organismes pélagiques du lac de Bret.

Périodicité et Cycles biologiques.

Nous avons consigné dans les tableaux suivants la présence ou l'absence des espèces dans les différents mois de l'année, — abstraction faite de toute notion de fréquence plus ou moins grande. Les espèces qualifiées précédemment de « très rare », ou constatées en vingt individus ou moins dans 100 l. d'eau pompée, ne sont figurées que par une ligne pointillée; ces individus isolés sont évidemment les retardataires de générations déjà disparues ou les précurseurs précoces d'une génération qui n'atteindra son maximum numérique que plus tard.

Les brèves indications concernant la reproduction ont été ajoutées à ces tableaux pour nous permettre de traiter ensuite de front la périodicité et les facteurs biologiques qui la régissent.

Le genre *Chydorus* ne figure pas dans ce tableau: ses apparitions toujours très isolées l'en ont fait exclure et nous n'avons jamais pu constater qu'il ait une périodicité quelconque ou qu'il se reproduise dans la région pélagique. Les individus rencontrés provenaient le plus souvent de la profondeur de 10 mètres.

CLADOCERES

Mois.	1902 V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	1903 I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Diaphanosoma.				jeunes ♀	jeunes ♀ Max.	jeunes ♀ 1 ♂									ind. isolés 1 ♂	ind. isolés.	jeunes et ♀ ovig.	
Daphnia.	♀♀ parthénogénétiques. Max. 1 ♂					♀ parth. qqes ♂ qq. Ephipp. Max.	♀♀ parthénog. quelques ♂♂			♀♀ parthénogén. qqes ♂♂ pas d'Eph.			individus isolés.		♀♀ parthénogénétiques.		jeunes.	1 ♂ 1 ♀ à éphip.
Ceriodaphnia.	ind. isol.	♀♀ parthénogénétiques.				♀ parth. ♂♂ Ephipp. Max.	♂♂ Ephip.					individus isolés.		jeunes.	♀♀ parthénogénétiques. jeunes.		jeunes.	♀♀ 1♂ 1-2 Eph.
Bosmina.	♀♀ parth.		ind. isolés	jeunes ind. isolés.		♀ parth. 1 ♂ !	♀ parth. Max.		individus isolés.		♀♀ parthénogénétiques.					jeunes.	♀♀ parth.	

Nous pouvons admettre avec assez de certitude que cet organisme habite le plancher du lac ou que des courants le transportent quelquefois du littoral en pleine eau. Nous l'exclurons par suite de la faune pélagique, mais pour en arriver là, il était nécessaire de noter d'abord ses apparitions et de juger ensuite. APSTEIN (96) et STEUER (01) sont arrivés précédemment aux mêmes conclusions, APSTEIN pour ce qui concerne du moins les « lacs à Dinobryon ». Dans les « lacs à Chroococcacées », (APSTEIN, 96), dans le lac Saint-Clair (REIGHARD, 94), dans le lac de Joux et dans divers lacs alpins (ZSCHOKKE, 94), le genre *Chydorus* est au contraire nettement pélagique.

Le genre *Diaphanosoma* du lac de Bret se trouve presque dans le même cas que *Chydorus*. Cependant son apparition, quoique peu abondante, est nettement limitée aux mois d'août, septembre et octobre, et si nous l'avons conservé parmi les organismes du plancton, c'est que nous avons pu observer des individus jeunes, des femelles et de rares mâles; cet animal semble donc pouvoir se reproduire dans la région pélagique, ce que nous considérons comme condition nécessaire et suffisante pour faire partie du plancton. Nous admettons du reste avec BURCKHARDT (00) que *Diaphanosoma* ne peut être considéré comme franchement pélagique et que sa présence dans le plancton est due à la proximité de la région littorale. Les chiffres obtenus par le dénombrement (dans 100 L: août 20 individus, septembre 40, octobre 20), ne permettent pas d'autre part d'exclure de la faune pélagique cet organisme et de le traiter de tycholimnétique avec STEUER (01). *Diaphanosoma* possède en outre les caractères d'un Cladocère pélagique (hyalinité; rames-antennes très développées); il est rare dans le lac de Bret, mais nous verrons plus tard que cette circonstance, n'est pas suffisante pour exclure du plancton un organisme récolté dans la région pélagique. Quoique nous n'ayons jamais trouvé d'œufs sexués et latents de *Diaphanosoma*, la périodicité de ce Crustacé ainsi que l'apparition de mâles

laissent du moins supposer que cette espèce est monocyclique dans le lac de Bret, c'est-à-dire que dans le cours d'une année, une génération sexuée fait suite à un certain nombre de générations parthénogénétiques.

Ceriodaphnia présente cette même monocyclie d'une façon excessivement nette: en mai apparaissent les premiers individus, des femelles parthénogénétiques encore isolées, dont les générations se suivent de plus en plus nombreuses jusqu'en octobre. A ce moment, en même temps que *Ceriodaphnia* atteint son maximum annuel (4680 individus dans 100 L.), des mâles se trouvent en compagnie de femelles à ephippium et de quelques dernières femelles parthénogénétiques. En novembre déjà, absence complète de femelles à œufs d'été; seuls les mâles et les femelles à œuf d'hiver caractéristique représentent encore l'espèce. En décembre, janvier, février et mars, on ne trouve plus de *Ceriodaphnia* dans le plancton. Les premières éclosions des œufs d'hiver ont lieu en avril et mai, très rares encore, tandis que le gros de la population ne se montre qu'en juin sous forme d'une nouvelle génération de femelles à œufs parthénogénétiques.

Ces observations concordent avec celles de STINGELIN (95) dans l'étang d'Allschwyl (où des circonstances défavorables ont en 1895 hâté le retour de la période sexuée), ainsi qu'avec celles d'AMBERG (00) dans le Katzensee.

Quant au caractère pélagique de *Ceriodaphnia*, les avis des auteurs divergent: citée comme pélagique dans le lac de Plön par ZACHARIAS (94), elle est attribuée par APSTEIN (96) à la faune littorale. Sans vouloir trancher la question pour d'autres bassins, nous comptons, pour le lac de Bret, *Ceriodaphnia* au nombre des espèces pélagiques établies; son abondance et la netteté de son cycle biologique en font foi: les conditions d'existence lui sont favorables, elle se reproduit de génération en génération et le nombre des individus ne permet pas de les considérer comme tychopélagiques. Nous ne nions pas que certains carac-

tères littoraux semblent indiquer chez *Ceriodaphnia* une naturalisation relativement récente dans la région pélagique; nous entendons par là son héliotropisme positif, contraire à celui des autres Cladocères du plein lac, et surtout son mode de reproduction cyclique qui nous paraît montrer, pour ainsi dire, les vestiges d'une tradition littorale, mais devenue inutile loin du rivage. Les conditions défavorables qui dans la zone bordière du lac peuvent nécessiter la production d'œufs d'hiver résistants, font défaut dans la région pélagique: la dessication du lac de Bret pendant les basses eaux (automne 1900) n'est jamais complète, et quant au gel, nous avons déjà constaté que les autres Cladocères subsistaient sous la glace.

Aussi ne serait-il pas impossible que dans un avenir que nous n'essayons pas de préciser, les *Ceriodaphnia* du lac de Bret ne perdent graduellement leur reproduction sexuée et ne deviennent à la longue complètement acycliques, c'est-à-dire que pendant toute l'année l'espèce se reproduit par voie parthénogénétique, sans qu'il y ait alternance avec la reproduction sexuée.

Les deux autres Cladocères que nous avons encore à étudier, sont un exemple intéressant d'une adaptation comme nous la prévoyons pour *Ceriodaphnia*. On sait que dans des bassins d'une certaine étendue et profondeur, *Daphnia hyalina* et *Bosmina longirostris* ne produisent plus d'œufs sexués: les mâles sont complètement absents ou du moins très rares. (STECK (93), STINGELIN (97), BURCKHARDT (99), ZSCHOKKE (00), AMBERG (00), ZACHARIAS (03).

Or, dans le lac de Bret, nous avons trouvé pour *Daphnia*, dès septembre à mars, des mâles assez nombreux et des femelles à ephippium (fig. 1) en octobre, au moment du maximum de l'espèce. Mais cette période de reproduction sexuée n'est pas franche: de nombreuses femelles parthénogénétiques subsistent à côté des individus à reproduction sexuée. Les ephippium produits ne sont pas abondants et jamais nous ne les avons vus flotter et s'accumuler

en plaques à la surface de l'eau, ni tomber et se mélanger au limon du fond (HEUSCHER 03). Aussi l'extinction de l'espèce n'est-elle que partielle en février, et les femelles parthénogénétiques qui subsistent sous la glace suffiraient à expliquer la réapparition en masse des Daphnies en mars et avril, puis, après un minimum presque absolu, en juillet. Quant à savoir si les ephippium contenaient des œufs fécondés et si ce sont eux qui ont fourni la génération de mars ou de juillet, nous ne pouvons le dire, mais la conclusion ne s'impose pas nécessairement dans ce sens; la colonie de Daphnies du lac de Bret peut fort bien être acyclique ou encore d'un cycle mixte. Elle n'est en tout cas pas franchement cyclique; mais l'apparition de mâles et surtout d'ephippium chez *Daphnia hyalina* est chose assez rare dans nos régions pour mériter d'être signalée. Nous sommes en présence d'un vestige de cycle auquel ne participent que peu d'individus de la colonie: c'est, ou bien une ancienne habitude qui est en train de se perdre, ou bien une innovation qui tendra à se généraliser.

L'investigation directe ne nous permet pas actuellement de nous prononcer pour l'une des deux alternatives et nous en sommes réduit aux hypothèses. BREHM (02) dans un travail sur le zooplancton de l'Achensee mentionne également l'apparition de mâles de *Daphnia hyalina* ainsi que la production d'œufs hiver, mais suivie de la disparition complète de l'espèce pendant décembre et janvier. L'auteur attribue la cause de cette reproduction cyclique à l'altitude du lac (930 m.) et y voit, avec raison, à notre avis, une preuve de l'origine boréale des Daphnides.

Mais nous ne pensons pas que l'altitude du lac de Bret soit suffisamment élevée pour expliquer chez ses Cladocères un retour aux mœurs des contrées du nord. Nous croyons plutôt que chez nous, la reproduction sexuée de *Daphnia* est en voie de se perdre; elle n'est plus absolument nécessaire; si elle l'était, elle atteindrait toutes les femelles et serait suivie d'une extinction complète de l'espèce pendant la mauvaise saison. Or, la repro-

duction cyclique est l'exception chez les Cladocères pélagiques de nos bassins de la plaine et du plateau, et cela même dans des lacs plus restreints que celui de Bret; ainsi dans le Grand Moosseedorfsee (310670 m^2; 21,5 prof. max.), STECK (93) n'a trouvé d'ephippium pour aucune des 20 espèces de Cladocères qu'il cite. Si dans le lac de Bret le mode de reproduction acyclique n'a pas encore acquis sa netteté absolue, nous l'attribuons moins à l'altitude du bassin qu'au fait que ce lac devait être, avant son utilisation et sa régularisation par la main de l'homme, moins étendu et moins profond, plus « étang » et moins « lac » qu'aujourd'hui.

Les Cladocères devaient alors y être tous cycliques; mais actuellement, après un temps relativement court, biologiquement parlant, ce ne sont plus que des vestiges de cycles, qui n'ont pas encore eu le temps de s'effacer, mais qui ne tarderont probablement pas à disparaître entièrement.

Le développement un peu long que nous avons consacré à la périodicité de *Daphnia*, nous permet d'être d'autant plus court en ce qui concerne *Bosmina longirostris*. Nous pouvons dire que ce Cladocère est franchement acyclique et que pendant les deux minima ce sont quelques femelles parthénogénétiques qui subsistent et assurent la vie des générations futures. Notons cependant que nous avons parmi les centaines de *Bosmina* examinées, trouvé un seul mâle (fig. 2). C'est encore, si faible soit-il, le vestige d'un cycle ancestral.

Quant à des œufs d'hiver, nous n'en avons trouvé aucun, mais un coup de drague a ramené du fond un ephippium embryonné, enfermé dans une carapace de *Bosmina* (fig. 3). Est-ce un œuf d'hiver de ce Cladocère, protégé, à la façon des œufs des Lyncéides et de quelques Daphnides, par les valves que la femelle a dépouillées ? (LAMPERT [99]). Nous ne nous prononçons pas d'après cet exemplaire unique, mais nous rappelons que dans de petits lacs du Nord de l'Allemagne, VOIGT (03) a trouvé *Bosmina longirostris* avec des œufs d'hiver.

COPÉPODES (♂ et ♀ toujours présents simultanément.)

prod. = produits sexuels (paquets d'œufs + spermatophores).

Mois.	1902 V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	1903 I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII	VIII.	IX.	X.
Cyclops *Leuckarti.*	adultes œufs.	adultes œufs. sperm.	œufs. sperm.	adultes.			rares prod.	ind.	adultes	absents	adultes.		adultes	ind.	adultes.			adult.
				jeunes.	Max.	jeunes.		isolés.	jeunes.	?	jeunes.	jeunes qq. prod.	rares.	isolés.	prod.	prod.	jeunes.	
Cyclops *Strenuus.*		jeunes.		surtout ♀♀ sans produits. Max.					jeunes.								jeunes.	
Diaptomus.	adultes.		adultes.	adultes.			adultes.		adultes.		adultes.	adultes.		adultes.		ind.	adultes.	
	prod.	jeunes. Max.	rares produits sexuels.					jeunes. Max.	prod.	rar. prod.	prod. sexuels.	Max.	jeunes.		prod.	isolés.	rares produits.	
Larves. *Nauplius.*	Max.			Max.								Max.						

Stades *Nauplius* et Cyclopoïdes de *Diaptomus* et *Cyclops*.

Les Copépodes pélagiques du lac de Bret, comme partout où on les a observés, ne se reproduisent que par voie sexuée ; il n'y a pas formation d'œufs d'hiver, aussi trouve-t-on en toute saison des individus, soit adultes, soit larvaires. Les lacunes que présente dans notre tableau le genre *Diaptomus* en août 1903, ainsi que *Cyclops leuckarti* en décembre 1902, janvier et février 1903, ne concernent en effet que les individus adultes : mais la continuité de l'espèce est assurée par la présence en tout temps de nombreuses larves *Nauplius* ou stades larvaires *cyclopoïdes* plus avancés. Si ces états larvaires figurent dans un graphique à part, c'est qu'il est impossible de distinguer les larves de *Diaptomus* de celles de *Cyclops*.

Quant à *Cyclops strenuus*, les remarques faites pour *Diaphanosoma* s'appliquent également à ce Copépode. Etant donnée la distinction assez facile à faire entre *Cyclops leuckarti* et *Cyclops strenuus*, nos investigations nous ont fait voir que le premier seul est un composant constant et régulier du plancton du lac de Bret, contrairement à ce que LOZERON (02) a constaté dans le lac de Zürich. *Cyclops strenuus* par contre se reproduit à certaines époques dans la région pélagique, mais ne s'y maintient pas pendant l'année entière. Son apparition presque sporadique est sans doute en rapport avec une influence du littoral et nous sommes peut-être en présence d'une adaptation de ce Copépode à la vie pélagique. Ce qui semble appuyer cette hypothèse, c'est que la petite colonie de *Cyclops strenuus* appartient à la variété *pelagica* Schmeil. — Ajoutons aussi que dans le Léman ce Crustacé fait partie à la fois des régions littorale, profonde et pélagique (FOREL, Léman, III). Il est toutefois curieux de le trouver dans le lac de Bret en été et en janvier, alors qu'il est généralement cité comme « forme d'eau froide », habitant les lacs alpins pendant toute l'année, mais faisant son apparition dans les lacs de plaine surtout pendant les mois d'hiver (SCHMEIL (92), FUHRMANN (97), BURCKHARDT (00), HÄCKER (01).). D'au-

ROTATEURS

Mois.	1902 V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	1903 I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Conochilus.													individus isolés.					
Triarthra	œufs sex. œufs parth.	œufs sexués. individus isolés.					individus isolés.		œufs parth.		œufs sexués. œufs parth.		qq. œufs parth.	ind. isolés.				
Polyarthra.	ind. isolés									indiv. isolés.						ind. isolés		ind. isolés
Synchæta										ind. isolés.			ind. isolés.					
Gastropus stylifer	ind. isolés			ind. isolés			individus isolés.				individus isolés.			ind. isolés.			ind. isolés.	
Mastigocerca.																		ind. isolés.
Anapus					ind. isolés												ind. isolés.	
Espèces pélagiques isolées				*Notholca*	*Pedalion*	*Pedalion Flosc.*	*Pedalion*		*Notholca.*	*Notholca.*	*Gastropus Notops.*	*Flosscul.*	*Gastropus Notops.*	*Pedalion Flosc.*	*Pedalion Floscul. Cœlopus Notholca.*	*Flos. Cœlop.*	*Flos. Cœlop.*	*Flos.*
Anuræa	œufs.				œufs.				œufs.	rares œufs.						ind. isolés.		
Mois.	1902 V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	1903 I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.

tre part, il a été trouvé en quantités variables mais à toute époque dans le lac des Quatre-Cantons (BURCKHARDT (00), dans le lac Mendota (BIRGE (97), dans les lacs du nord de l'Allemagne (APSTEIN, ZACHARIAS) et dans le lac de Zurich, où il ne manque dans aucune récolte (LOZERON (02). Enfin dans les eaux du Vieux-Danube (STEUER (01), il a au contraire son maximum en juin et août, son minimum en hiver, de décembre à mai. La périodicité à peine ébauchée de *Cyclops streunus* du lac de Bret ne correspond par conséquent à aucune des observations faites ailleurs, et il serait intéressant d'en étudier de plus près les phases et les facteurs biologiques; nous n'avons pu nous vouer à cette question dans les recherches plus générales que nous nous sommes proposées.

Des divers groupes d'organismes qui composent la faune pélagique du lac de Bret, ce sont les Rotateurs qui l'emportent par le nombre des espèces représentées. Mais à aucun moment de l'année elles ne sont présentes simultanément; à part *Polyarthra* et *Anuræa*, que le filet a ramenés à toute époque en plus ou moins grand nombre, les Rotateurs ont leur apparition limitée à quelques mois, à une saison. Ce sont probablement des conditions physiques, telles que la température de l'eau et la stratification thermique, qui sont cause de cette distribution peu étendue dans le temps. Les auteurs ont en conséquence distingué entre espèces sténothermes et espèces eurythermes, suivant qu'elles paraissent ne supporter que les faibles variations de température d'une saison donnée, ou qu'au contraire on les trouve s'adaptant aux variations thermiques annuelles plus considérables. D'accord avec APSTEIN (96), nous citons comme espèces sténothermes dans le lac de Bret: *Floscularia, Mastigocerca, Pedalion*, — tous trois localisés dans la saison chaude. Nous y ajoutons *Conochilus* (été-automne), *Triarthra* (hiver-printemps), *Synchaeta* (automne-hiver-printemps) et *Anapus* (été).

Contrairement à WEBER (98), BURCKHARDT (00) et LOZERON (02), nous croyons devoir rattacher *Gastropus stylifer* aux espèces eurythermes et le joindre à *Anuræa* et *Polyarthra* comme Rotateur permanent. Les apparitions de ce joli organisme ont lieu aussi bien en hiver sous la glace qu'en été, sans qu'il y ait prédominance marquée en l'une ou l'autre saison ; son eurythermie semble en outre démontrée par les individus isolés que nous avons toujours rencontrés entre deux périodes de fort développement ; nous en concluons que, dans le lac de Bret du moins, *Gastropus* est présent toute l'année et qu'il est acyclique.

Quant à *Notops*, *Cœlopus*, *Gastropus bretensis* et *Notholca*, les quelques exemplaires que nous avons récoltés ne permettent pas de juger suffisamment s'ils sont réellement pélagiques et quelle serait alors leur périodicité. Pour le moment nous les maintenons parmi les organismes du plancton. Il se peut d'autre part que les conditions d'existence pendant l'année 1902-1903 aient été peu favorables à ces organismes et qu'un plus grand nombre de ces Rotateurs pourraient apparaître dans des conditions meilleures, que nous ne saurions préciser.

La sténothermie des Rotateurs mentionnés plus haut est évidemment en connexion étroite avec leur mode de reproduction : ils se reproduisent parthénogénétiquement pendant leur période d'apogée, puis il y a intervention des mâles, production d'œufs « latents » et disparition de la colonie. C'est du moins ce que nous devons admettre d'après les constatations faites par les auteurs. Mais les mâles sont encore peu connus, très rares, et nous n'en avons trouvé aucun. Cependant pour *Triarthra* et *Pedalion*, nous avons pu observer des vestiges de cette monocyclie et, sinon trouver des mâles, du moins observer les œufs qui sont fécondés par eux.

Triarthra est manifestement sténotherme et limité à la saison froide. Les premiers individus ont été trouvés dès novembre ; les

générations de femelles parthénogénétiques se succèdent dès lors jusqu'en mars, où l'on observe à côté de femelles à œufs asexués, des femelles portant l'œuf « latent » si caractéristique, mais auquel le nom d'« œuf d'hiver » ne convient pas, puisque c'est durant l'été que le germe de cet œuf sommeille. C'est donc en mars aussi que doit avoir lieu l'intervention des mâles.

De mars en mai, les femelles à œuf fécondé prennent peu à peu le dessus, la parthénogénèse diminue lentement ; en juin, la rareté des individus (juin, juillet, août en 1902) fait prévoir la disparition prochaine de la colonie qui ne renaîtra des œufs latents qu'au retour de l'hiver.

Quant à *Pedalion*, forme d'été, nous avons trouvé en octobre 1902 des femelles avec le gros œuf parthénogénétique aussi bien que des femelles portant la grappe d'œufs plus petits qui donnent naissance aux mâles. C'est là le premier échelon d'une reproduction cyclique dont la suite a échappé à nos observations.

Une remarque encore : ce n'est que pendant les mois de septembre, octobre et janvier que nous trouvons en présence simultanément 5 espèces de Rotateurs. Seraient-ce les causes et influences thermiques citées précédemment qui ne permettent pas la coexistence à la même époque des 8 espèces de Rotateurs pélagiques, tandis que pour les Crustacés, le cas de cette coexistence des espèces est presque constant ? Malgré cette alternance saisonnière entre les divers Rotateurs, nous n'avons pas pu établir des formes nettement vicarisantes.

PROTOZOAIRES.

Mois.	Infusoires.		Flagellés.				
	Coleps.	*Rhabdostyla*	*Diplosiga.*	*Dinobryon.*	*Mallomonas*	*Peridinium*	*Ceratium.*
1902. V.				individus-isolés.			ind. isolés.
VI.							
VII.							
VIII.	ind. isolés.				individus isolés.		Max.
IX.						individus isolés.	
X.							
XI.	individus isolés.			ind. isolés.			qq. cystes.
XII.				cystes.			individus isolés.
1903. I.		ind. isolés.					
II.	ind. isolés		ind. isolés	ind. isolés			
III.							ind. isolés
IV.							
V.				individus isolés.	individus isolés.		
VI.						ind. isolés.	
VII.							
VIII.							
IX.				ind. isolés.		ind. isolés.	qq. cystes.
X.							nombr. cystes.

Le maximum de *Ceratium* (août 1902) concorde exactement avec celui observé par AMBERG (00) dans le Katzensee et par STEUER (01) dans le Vieux-Danube. Il en est de même du minimum hivernal, pendant lequel l'espèce se maintient sous forme de cystes dont nous avons trouvé des exemplaires en novembre 1902, en septembre et octobre 1903.

Dinobryon semble posséder une élasticité biologique plus considérable et pouvoir s'adapter aux variations de température. Du reste, nous avons trouvé des cystes à toute saison, à côté d'individus non encystés; cette constatation laisse supposer que chez *Dinobryon* le stade de repos est destiné moins à soustraire l'animal aux rigueurs de l'hiver qu'à régénérer l'espèce, affaiblie par des divisions sans cesse répétées.

Pour *Mallomonas* et *Peridinium*, nous n'avons pas constaté l'enkystement. Il doit cependant se produire dans le lac de Bret, surtout pour *Mallomonas*, absent pendant une bonne partie de l'année. Quant à *Peridinium*, remarquons que dans le lac de Bret comme dans l'Achensee (BREHM 02), il est surtout abondant en hiver, et qu'alors il devient forme vicarisante de *Ceratium*, sans cependant le supplanter entièrement.

Nous ne pouvons donner aucune indication précise sur la périodicité de *Diplosiga* et *Rhabdostyla*, qui sont souvent difficiles à reconnaître dans le matériel fixé. Ces deux organismes passivement pélagiques (APSTEIN 96) sont du reste dans une étroite dépendance des Diatomées *Fragilaria* et *Asterionella* sur lesquelles nous les avons toujours trouvés fixés.

Enfin *Coleps* n'a été récolté qu'à la profondeur de 8 mètres. Ce fait semble appuyer certains auteurs (STECK (93); EYFERTH (00); STEUER (01); FOREL (02) qui citent *Coleps* comme habitant la vase et le détritus du fond, et l'excluent de la région pélagique. Nous l'y maintenons provisoirement pour la raison suivante: la vase du fond, à l'endroit où nous avons pêché, est à bien plus de 8 mètres de profondeur; nous n'avons jamais ra-

mené de limon dans le filet et par conséquent les *Coleps* récoltés ont été pris, non sur la vase, mais pendant leurs incursions assez avancées dans la région pélagique.

Espèces dominantes. Voici, à titre de récapitulation, le tableau des espèces qui arrivent à prédominer une ou plusieurs fois pendant l'année, à l'une ou l'autre des profondeurs. Ce tableau donne en même temps les maximums absolus et relatifs des espèces en question. (Les chiffres romains indiquent les mois.)

Daphnia							VII	VIII	IX	X		
Ceriodaphnia								VIII	IX	X		
Cyclops									IX	X		
Diaptomus			III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Larves *Nauplius* . . .				IV	V							
Triarthra			III									
Synchæta.			III									
Gastropus							VII					
Anuræa	I	II	III	IV		VI	VII			X	XI	XII
Ceratium.						VI		VIII		X		
Peridinium			III	IV	V							
Mallomonas	I	II								X	XI	
Dinobryon							VII	VIII				XII
Diplosiga.					V							

Remarquons que deux organismes, *Bosmina* et *Polyarthra*, bien que fréquents et présents à toute saison, ne sont jamais, en 1902-1903, arrivés au rang d'espèces dominantes.

Répartition verticale du zooplancton.

Après avoir étudié la répartition des organismes dans le cours de l'année, examinons maintenant comment varie leur distribution verticale pendant les 24 heures, pendant le jour et la nuit.

Nous avons à cet effet opéré concurremment avec la pompe et les filets horizontaux, du 19 au 20 août 1902.

Voici d'abord les mesures de la température de l'air et de l'eau, faites au cours de ces 24 heures.

	Transparence.	TEMPÉRATURE Air.	Eau : 0m.	2 m.	10 m.	Observations.
19. VIII. 1902						
1re pêche : 9-11 h.	3 mètres	au soleil 25°,5	21°,0	20°,5	16°,5	Lac ridé, vert. en baisse. Beau, chaud, Joran.
2me » 16-18 »	—	au soleil (34°,0)	22°,0	21°,0	14°,0	Vent SW. Lac ridé.
19-20. VIII						
3me pêche : 23-1 h.	—	20°,0	22°,0	21°,0	14°,0	Lac calme. Léger vent N. Lune voilée. Menaces d'orage.
20. VIII						
4me pêche : 4-6 h.	—	17°,0	21°,5	21°,0	15°,5	Lac ridé. Lune voilée. Ciel noir. Vent W. Pluie vers 6 heures.

Le dénombrement des Crustacés pompés a été fait comme pour les recherches de la variation mensuelle, et la représentation graphique des résultats est identique, c'est-à-dire que nous avons représenté 100 individus dans 100 litres par une barre de 1mm de haut.

La variation diurne-nocturne étudiée par la méthode des filets est également représentée de la même manière que dans les tableaux mensuels donnés précédemment.

Répartition verticale du plancton pendant le jour et la nuit (24 heures).

Evaluation quantitative de la récolte avec filets horizontaux.

19.-20, VIII. 02.	9-11 heures.			16-18 heures.			23-1 heures.			4-6 heures.		
Profondeur . . .	0 m.	2 m	8 m.	0 m.	2 m.	8 m.	0 m	2 m.	8 m.	0 m.	2 m	8 m
Larves de *Corethra*	—	—	+	—	—	+	—	—	+	—	—	+
Diaphanosoma .	—	○	—	—	○	—	○	—	○	○	□	○
			♀ ♀ ovig.			♀ ♀ ovig.						
Daphnia	—	○	◇	—	□	◇	○	◇	□	—	+	◇
					♀ ♀ ovig.							
Ceriodaphnia. .	○	+	○	□	+	○	□	◇	□	+	◇	+
Bosmina	○	○	—	□	○	○	○	—	—	○	○	○
	adultes		jeunes	jeunes	jeunes			jeunes				
Cyclops	○	+	□	+	+	⊡	□	□	□	□	◇	+
	adultes		adultes	jeunes	qq. produits				prod.	jeunes		
Diaptomus . . .	○	◇	○	+	◇	□	□	◇	+	+	□	□
Larves *Nauplius*	◇	◇	+	◇	◇	○	□	◇	+	□	+	+
Floscularia. . .	○	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—
Polyarthra . . .	◇	◇	□	□	○	◇	+	+	◇	+	+	□
Mastigocerca . .	○	□	○	○	□	○	○	○	○	□	○	○
Anapus	□	□	—	—	—	—	—	○	—	□	○	○
Anuræa.	□	□	○	□	○	○	○	□	○	○	○	○
Ceratium	+	□	□	□	—	○	+	○	○	+	○	○
Dinobryon . . .	○	○	—	○	○	○	—	—	—	—	—	○

◇ Abondant. + Fréquent. □ Rare. ○ Très rare ou isolé. — Absent.

Comme il ne s'agit ici que de constater la répartition des espèces présentes, les organismes absents lors de cette série de pêches ont été laissés de côté dans ce tableau; ce sont : *Conochilus, Synchæta, Triarthra, Gastropus, Pedalion, Notops, Mallomonas, Peridinium, Coleps, Diplosiga et Rhabdostyla.*

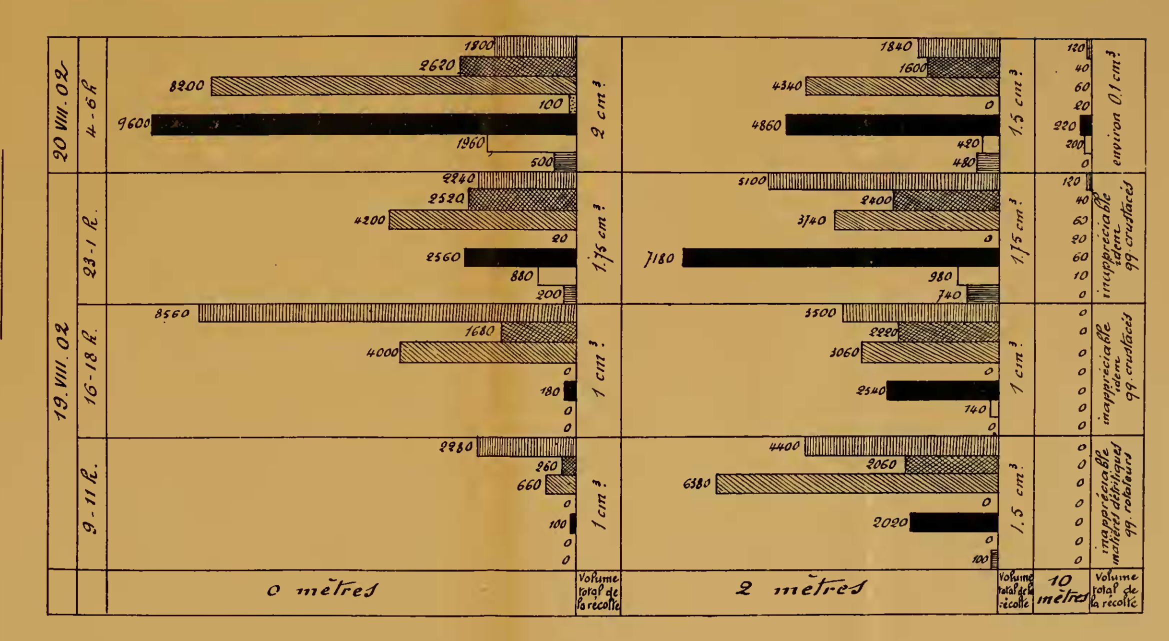
Il ressort de la comparaison de ces tableaux que dans le lac de Bret, comme dans presque tous les lacs étudiés, il y a migration nocturne manifeste vers la surface. Cette ascension intéresse les couches comprises entre 8 et 0 m. Ici encore, comme nous l'avons constaté déjà pour la distribution mensuelle, la couche de 10 m. est et reste déserte, et les quelques Crustacés qui s'y

Répartition verticale des Crustacés pendant 24 heures.

étudiée au moyen de la pompe et du dénombrement

Échelle : 1 mm. pour 100 individus dans 100 L. d'eau pompée.

Signes conventionnels pour les genres



trouvent à 4 heures, y ont probablement été entraînés par des courants de convection que les mesures thermométriques semblent indiquer.

La migration, plus prononcée pour certains organismes, moins nette chez d'autres, est loin de présenter la même intensité et la même allure pour tous. Les individus d'une même espèce se comportent encore différemment : ils prennent part à la migration ou bien restent indifférents, suivant qu'ils sont jeunes ou adultes.

La migration, l'accumulation à la surface, ce sont donc là des expressions relatives seulement, et nous dirons avec Steuer (01) que si ces animaux étaient assez gros pour que nous puissions à l'œil nu observer leurs migrations en pleine eau, nous constaterions de nuit comme de jour un entrecroisement confus de montées et de descentes, avec, dans la règle, une accumulation plus intense à la surface pendant la nuit, un afflux vers les couches profondes pendant le jour.

Cette tendance à quitter la profondeur pendant la nuit pour venir à la surface est déjà grossièrement exprimée par les volumes bruts du plancton que nous avons pompé, sans que cependant ces chiffres soient aussi forts et probants que ceux donnés pour le Léman par Blanc (98).

Quant à la façon dont se comportent les divers organismes, les Rotateurs, du reste très peu abondants à cette époque, n'ont pas montré de migration. *Polyarthra* seul fait exception : abondant pendant la matinée dans les couches de 0 et 2 m., il s'est retiré l'après-midi dans la profondeur, pour ne revenir à la surface que pendant la nuit.

Dinobryon, très isolé ce jour-là, semble avoir été à la merci des courants verticaux. Nous l'avons, en effet, trouvé d'autres fois et en toute saison à la surface, où par un temps clair il constituait souvent, à lui seul, ou avec *Ceratium* et les Algues vertes, la population diurne. L'héliotropisme positif de ces organismes à fonctions chlorophylliennes, ainsi que leurs mouvements actifs

peu efficaces, en font des habitants permanents des couches superficielles, dont ils ne s'écartent que par migration passive, entraînés par les courants verticaux auxquels ils ne sauraient résister.

Les Cladocères pélagiques montrent très nettement une migration nocturne vers la surface, tandis que pendant le jour nous les avons toujours trouvés dans la profondeur, avec cette réserve que *Ceriodaphnia* semble moins que les autres Cladocères craindre la lumière; son origine littorale, dont nous avons parlé plus haut, expliquerait peut-être cette particularité.

Des Copépodes enfin, *Diaptomus* s'est montré indifférent au passage du jour à la nuit, comme MARSH (97) l'avait déjà fait observer. La présence de *Diaptomus* à la surface malgré le soleil concorde également avec les constatations de ZSCHOKKE (94) dans le Lünersee et dans le lac de Joux.

Cyclops monte à la surface pendant la nuit et y atteint son maximum entre 4 et 6 heures.

Remarquons ici pour *Cyclops* aussi bien que pour les autres Crustacés que, s'il y a discordance apparente entre la pompe et les filets pour la 4[me] pêche, la chose est due à ce que nos deux méthodes exigent un temps assez considérable et que le soleil s'est levé au moment où nous achevions de pomper pour commencer la pêche avec les filets; la pompe nous donne donc encore une image du plancton nocturne, tandis que les filets, traînés immédiatement après, donnent des résultats qui se ressentent de l'action du soleil levant sur les Crustacés. Il serait donc chronologiquement plus juste de placer les résultats des filets après ceux de la pompe, plutôt que de les mettre en parallèle avec eux.

Enfin, pour ce qui concerne les larves *Nauplius*, leur migration est l'inverse de celle des Crustacés adultes : abondants à la surface pendant le jour, ils y atteignent leur maximum entre 16 et 18 heures, puis pendant la nuit se retirent à 2 m. et même à 8 m. Cette conduite étrange nous fait supposer que les faibles nageurs sont refoulés des couches supérieures par les formes

plus vigoureuses, sans qu'il s'agisse dans le cas particulier d'échapper au danger d'être dévoré (BURCKHARDT, 00), puisque d'après nos constatations, la faune pélagique du lac de Bret ne renferme pas de Crustacés se nourrissant de proies vivantes.

Les causes de la migration diurne-nocturne diffèrent suivant les auteurs : ce sont des causes physiques, teneur en gaz dissous, action de la lumière, température, courants de convection (migration passive), ou causes biologiques, migration passive de la nourriture (Algues), suivie de migration active des consommateurs, refoulement et fuite des organismes plus faibles.

L'accumulation à la surface pendant la nuit serait, outre la migration, produite simultanément par la multiplication rapide de certains organismes *(Ceratium)*, et par la transformation de stades jeunes en formes adultes *(Nauplius)* (BLANC, 98) (STEUER, 01).

En présence de la complexité du phénomène de la migration verticale, il semble évident que ce n'est pas un seul facteur, mais un ensemble de causes qui le régit. BIRGE (97) en énumère huit : nourriture, température, gaz et autres matières en solution dans l'eau, lumière, vent, pesanteur, âge et caractères spécifiques. Dans ce dernier facteur nous ferons rentrer la multiplication nocturne de certaines espèces, qui, selon nous, joue un rôle important. Outre les preuves données par STEUER (01) (accouplement nocturne des Copépodes parasites, éclosion nocturne de jeunes Oiseaux, maximum nocturne des naissances humaines), nous avons pu constater chez des *Daphnia pulex* tenues en aquarium, que l'éclosion des jeunes avait lieu en masse après la tombée de la nuit, et il est fort probable qu'il en est de même pour l'espèce pélagique *Daphnia hyalina.*

Quant à l'interprétation purement mécanique de la migration verticale (OSTWALD, Plöner Forschungsberichte, 03), elle est fort ingénieuse. Les variations diurnes ou saisonnières du « frottement interne » (viscosité) de l'eau doivent, en effet, jouer un rôle important ; mais nous ne croyons pas que ce soit là le fac-

teur exclusif et suffisant, puisque l'on peut provoquer en laboratoire des migrations de Crustacés, en faisant uniquement varier l'intensité et la direction des rayons lumineux, sans modifier du tout les conditions physiques de l'eau.

Répartition horizontale.

Après avoir longtemps discuté si la répartition horizontale du plancton était uniforme ou inégale (« essaims »), on a admis et vérifié par l'expérience que le plancton était uniformément réparti dans une masse d'eau qui offre de point en point des conditions semblables; ceci est le cas dans des bassins aussi restreints que celui du lac de Bret. De petites divergences sont à attribuer à l'imperfection de nos méthodes plutôt qu'à une répartition réellement inégale (Burckhardt, 00).

Nous avons fait quelques pêches verticales en divers points de la région pélagique et à quelques minutes d'intervalle seulement, afin de vérifier l'uniformité de la répartition. Voici, exprimés en cm^3 :

1° Les volumes bruts des pêches verticales en divers points du lac.

2° Les volumes bruts des pêches verticales répétées au même point.

Toutes ont été faites de 10 m. à la surface. toutes dans la région pélagique et sensiblement sur la ligne de grand axe du lac.

1903	Extrémité S.	Vis-à-vis de la maison L.-O.	Entre le milieu et la maison L-O.	Milieu. Point habituel des pêches verticales.	Milieu en dehors de l'axe.	Extrémité N.	Moyenne.	Plus forte divergence
18.II				2 2		La profondeur n'atteint pas 10 m. et ne permet pas de faire des pêches verticales comparables aux autres.	2	0 %
20.V				0,5 0,5 0,5			0,5	0 %
12.VIII	4	4	4	2,5			3,62	30 %
17.IX				4 4			4	0 %
14.X	4	aller 3 retour 3	4,5	3	2,5		3,33	35 %

D'après ces quelques chiffres, nous constatons que:

1° des pêches successives faites au même point à quelques minutes d'intervalle, donnent des volumes égaux. Les remous produits par l'ascension du filet vertical ne semblent donc causer ni accumulation, ni raréfaction des organismes dans la colonne d'eau qu'il vient de traverser et qu'il traversera à nouveau peu d'instants après; la densité primitive de la population pélagique ne change pas ou du moins se rétablit très rapidement. Un seul coup de filet suffira donc pour nous renseigner sur la quantité de plancton en un point donné.

2° des pêches presque simultanées, faites en des points divers à la même profondeur, ont donné des volumes inégaux, dont les plus divergents se sont écartés de 30 % et 35 % du volume moyen. D'après LAMPERT (99), la répartition peut être considérée comme uniforme tant que la divergence ne dépasse pas le 25 % du volume moyen. Ajoutons à cela quelques % dus à l'imperfection des méthodes de pêche et à l'équation personnelle, nous aurons bientôt atteint la divergence de 30 et 35 % trouvée dans le lac de Bret. Nous dirons donc que, sans être absolument uniforme, la répartition horizontale du plancton dans le lac de Bret n'est pas assez inégale pour justifier l'hypothèse des « essaims ».

La composition qualitative des pêches verticales s'est du reste toujours montrée sensiblement égale pour les divers points du lac. Il semble y avoir plutôt d'un point à l'autre des différences graduelles dans la densité de la population pélagique, mais non des noyaux isolés de concentration. La densité paraît, du reste, décroître par zones de la périphérie au centre de la région pélagique. En outre, le volume plus faible des pêches faites au milieu du lac semble montrer, comme on l'a constaté ailleurs. qu'une colonne d'eau prise au-dessus de la grande profondeur du bassin donne moins de plancton qu'une colonne de même dimension prise dans une partie moins profonde du lac. Par sa dis-

tance plus ou moins grande, le plancher du lac exercerait donc une influence sur la densité de la population pélagique qui vit au-dessus de lui. Comme autre facteur modifiant cette densité, on pourrait peut-être invoquer aussi l'action de sources sous-lacustres localisées et peu favorables au développement de la vie organique.

Nourriture, coloration, etc.

Voici quelques observations que nous avons pu faire au sujet de la nourriture et de la coloration des organismes pélagiques.

Nourriture. Le tube digestif des Crustacés, bourré d'une masse plus ou moins verte, laisse voir, après action de potasse caustique ou de baume du Canada, une quantité de Diatomées discoïdes ayant environ 20 μ sur 7 μ de dimensions moyennes. Nous avons trouvé ces carapaces siliceuses chez *Diaptomus*, *Cyclops*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina* et *Chydorus*. Quant à la matière verte amorphe qui est contenue dans l'intestin en même temps que ces Diatomées, elle provient sans doute de l'alimentation par des Algues vertes, si abondantes dans le lac de Bret; parmi les Rotateurs, quelques *Anuræa* présentaient le tractus digestif rempli d'une matière également verte, tandis que chez un exemplaire de *Notops* (fig. 6), nous avons trouvé de grandes Diatomées très allongées et de diverses espèces.

Enfin nous avons souvent surpris des *Triarthra* qui s'étaient glissées, à plusieurs individus à la fois, dans des carapaces de Copépodes morts, où ils étaient pris comme dans une nasse. L'activité fébrile de leur mastax ne laissait pas de doute sur le motif de leur introduction. Ces Rotateurs, tout en ne dédaignant pas la nourriture végétale, sont, en effet, carnivores ; il est vrai qu'ils ne s'attaquent pas aux Crustacés vivants, mais ils se re-

paissent de leurs dépouilles, qu'ils savent fort bien trouver à l'intérieur de l'enveloppe chitineuse.

Peut-être est-ce à cette préférence pour les cadavres de Copépodes que l'on doit attribuer le séjour de *Triarthra* dans les régions profondes, tel que BURCKHARDT (00) l'a observé dans le lac des Quatre-Cantons. La « pluie des morts » (LOZERON, 02) est en effet d'autant plus dense qu'en pénétrant plus profond elle s'accroît des contingents des couches traversées ; comme la chute de ces cadavres, de densité peu supérieure à celle de l'eau, est d'autre part très lente et retardée par la formation des gaz de décomposition, il est fort possible que les *Triarthra* puissent déjà s'y installer pendant la descente et s'en repaître à loisir puisqu'ils jouissent de la sorte d'un moyen de locomotion qui ne leur coûte aucun effort mais qui les transporte dans les régions profondes.

Coloration. Les Copépodes du lac de Bret sont souvent parés de brillantes couleurs, dues à des globules graisseux rouges avec passages à l'orangé, au rose et au jaune. Nous avons trouvé ces colorations aussi bien en été qu'en hiver, sans que jamais la totalité des individus les présentât. Il ne s'agit donc pas ici, comme dans d'autres lacs, d'une réaction contre le froid, comme le supposent AMBERG (00) et BREHM (02), et d'autre part nous ne croyons pas que l'altitude et les conditions thermiques du lac de Bret soient suffisantes pour le rapprocher des lacs alpins, où la coloration des Copépodes s'observe durant la plus grande partie de l'année. (ZSCHOKKE, 00). A ce point de vue encore, le lac de Bret occupe une sorte de position intermédiaire entre les lacs de la plaine et les lacs alpins.

Remarquons aussi que lors de la sédimentation du plancton dans les éprouvettes, la densité de la graisse, supérieure à celle de l'alcool, provoque une stratification assez curieuse de la récolte, en une couche inférieure à Copépodes avec globules et en une couche supérieure avec Copépodes sans globules.

Les Cladocères n'ont en général pas présenté de coloration; cependant le 1er juillet 1902 nous avons trouvé quelques Daphnies avec globules graisseux d'un beau bleu azur. Cette même couleur se rencontre parfois dans le vitellus des œufs parthénogénétiques de *Daphnia*, *Bosmina* et *Ceriodaphnia*.

Parmi les Rotateurs, la belle coloration de *Gastropus* est bien connue; nous en avons trouvé de toutes nuances, depuis le rouge orangé jusqu'au bleu, en passant par le brun et le rose. Mais ici encore l'intensité de ces couleurs n'a pas augmenté pendant l'hiver comme divers auteurs l'avaient constaté dans d'autres lacs.

Polyarthra adulte est jaunâtre, les jeunes sont par contre incolores.

Enfin, nous avons quelquefois trouvé, noyés dans la couleur brun-verdâtre du *Ceratium*, de beaux globules rouges dont la nature est probablement graisseuse. (Blanc, 84).

Quant au plancton pris dans sa totalité, tel que les filets le ramènent du lac de Bret, c'est une gelée d'un vert jaunâtre dont la teinte verte est due surtout au phytoplancton, aux Flagellés et au tube digestif des Cladocères. La nuance jaune est produite en majeure partie par les Copépodes. Il est intéressant de remarquer à ce propos que deux filets d'inégale finesse amènent des récoltes différemment colorées, le ton vert prédominant dans le filet plus grossier, le ton jaune dans le filet plus fin. Le filet à mailles larges ramène en effet surtout des Crustacés, formant un volume de plancton de beaucoup plus important que la récolte du filet fin, composée surtout de microorganismes, tels que Rotateurs et Flagellés. Il en résulte pour le planctologue la nécessité d'employer concurremment un filet grossier et un filet fin, et de les traîner à travers les mêmes couches d'eau, comme nous l'avons dit précédemment en traitant des méthodes de récolte. Des recherches intéressantes sur l'efficacité comparée des filets de différentes ouvertures de mailles, ont été faites en 1902-

1903 et sont poursuivies encore dans le Léman par le professeur H. BLANC (03).

Concrétions. Citons enfin les concrétions calcaires en plaques lobées ou arborescentes, que nous avons souvent trouvées à la face intérieure des valves de *Daphnia* et de *Ceriodaphnia* et telles qu'elles ont été décrites et figurées par LEYDIG (60) et STINGELIN (95). Comme nous n'avons constaté ces formations que sur des individus isolés et en toute saison, nous ne pouvons nous faire une idée de la cause chimique physique ou physiologique de ces dépôts. Notons cependant que le 18 août 1902 ces concrétions semblaient avoir gagné la majeure partie des *Daphnia,* alors localisées dans la couche de 8 mètres. En effet, en colorant au carmin acétique une partie de la récolte, l'échantillon recueilli à 8 mètres et presque exclusivement composé de Daphnies, a fourni un dégagement gazeux notable, tandis que le plancton récolté à 2 m. et formé surtout de *Ceriodaphnia*, de Copépodes et de quelques Rotateurs, n'a pas présenté ce phénomène. L'examen microscopique a montré ensuite que cette effervescence devait provenir de l'action du carmin acétique sur les concrétions calcaires que portaient de nombreuses Daphnies.

4. Morphologie et variabilité des espèces pélagiques.

Il nous reste encore à passer en revue les espèces composant le zooplancton du lac de Bret et à donner pour chacune d'elles quelques détails que nous n'avons pas mentionnés dans les chapitres précédents.

Insectes. *Corethra plumicornis* Fabr. La larve de cet Insecte, le seul du plancton, se trouve dans la région pélagique entre 8 et 10 m. surtout pendant le mois d'août.

L'admirable transparence de cette larve, ainsi que sa natation vigoureuse et agile, nous la font ranger dans la faune pélagique

plutôt que dans la faune du fond. FOREL (84), ZSCHOKKE (90), STECK (93), BIRGE (97), LAMPERT (99) et VOIGT (03) l'ont également constatée et classée dans le plancton; BURCKHARDT (00) la trouve dans le lac des Quatre-Cantons et la considère comme un représentant du « méroplancton », vivant sur le fond du lac et ne faisant partie du plancton qu'au moment où, nymphe, elle traverse la région pélagique pour venir à la surface se métamorphoser en Insecte parfait.

De nuit, nous en avons récolté quelques individus à la surface, mais en trop petit nombre, comparativement à ceux du fond, pour que nous puissions admettre une vraie ascension nocturne comme celle qu'effectuent les Crustacés.

La transparence des larves pélagiques de *Corethra* est beaucoup plus parfaite que celle de leurs congénères qui habitent les mares et qui sont souvent verdâtres ou jaune vin.

Crustacés. *Diaphanosoma* sp. ? L'authenticité pélagique de ce Cladocère est douteuse ainsi que BURCKHARDT (00) l'a fait remarquer dans son étude sur le lac des Quatre-Cantons.

Dans le lac de Bret la pompe ne nous a également ramené que peu d'individus seulement :

1902	Août :	20	individus dans 100 L. pompés à 2 mètres.
	Septembre :	40	
	Octobre :	20	

La proportion est plus forte dans la pêche diurne et nocturne du 19 au 20 août :

		9-11 h.	16-18 h.	21-1 h.	4-6 h.
Individus dans 100 L. pompés	à 0 m.	—	—	200	500
	à 2 m.	100	—	740	480

Ces chiffres assez forts, ainsi que la présence de mâles, de femelles ovigères et de jeunes dont les yeux étaient encore pairs, nous forcent à maintenir pour le moment *Diaphanosoma* parmi

les espèces pélagiques. Malheureusement l'état des exemplaires fixés n'a jamais été assez satisfaisant pour permettre la détermination spécifique ; le maintien des deux espèces *D. brachyura* et *D. brandtiana* est du reste infirmé par les recherches récentes de Burckhardt (99) et Lilljeborg (00).

Voici toutefois quelques chiffres fournis par les individus du lac de Bret :

♀ adulte avec 1 œuf :	longueur totale	$1^{mm},120$
♀ jeune sans œuf :	»	$0^{mm},924$
	longueur de la tête	$0^{mm},140$
	longueur de l'antenne	$0^{mm},588$
	diamètre de l'œil	$0^{mm},056$

L'extrémité des antennes (soies excl.) atteint le bord postérieur des valves.

Daphnia hyalina Leydig. La Daphnie du lac de Bret rentre dans le groupe *Hyalina (D. hyalina + galeata)* établi par Burckhardt (99). La diagnose de cet auteur s'applique parfaitement à la forme du lac de Bret. Quant aux caractères secondaires, ils sont excessivement variables et la colonie que nous avons étudiée, semble constituer une « forme » locale, ou plutôt présenter simultanément plusieurs des formes décrites par Burckhardt (99). Ce qui nous a frappé, en effet, c'est la faiblesse ou l'absence de la variabilité saisonnière : à toute époque de l'année, nous avons constaté la coexistence, en quantités à peu près égales, de formes caractéristiques des sous-groupes *microcephala*, *hyalina* et *galeata*. En été, par exemple, nous avons trouvé simultanément des Daphnies à tête basse et arrondie et des Daphnies de la forme « *paresii* », à casque très surélevé et pointu. Nous ne pouvons donc pas, dans le lac de Bret, parler de formes d'été et formes d'hiver. Ici la variation saisonnière des conditions physiques de l'eau ne provoque pas de réaction morphologique chez les Cladocères. La variation

observée dans le lac de Bret est indépendante des saisons, elle n'atteint pas l'ensemble des Daphnies, elle est purement individuelle.

L'absence de variation saisonnière a été constatée également par BREHM (02) pour les Daphnies de l'Achensee. D'après cet auteur, cette particularité serait due aux faibles oscillations de température que subissent les lacs alpins, et à l'uniformité presque complète de la densité du milieu pendant le cours de l'année.

Le lac de Bret est loin d'être un lac alpin et ne peut être comparé directement à l'Achensee; mais comme nous l'avons fait remarquer précédemment, son altitude et divers caractères faunistiques lui font une position intermédiaire entre les lacs de la plaine et ceux des Alpes : il semble aussi se rapprocher davantage de ces derniers en ce qui concerne la variabilité saisonnière.

Toutefois, pour pouvoir liquider cette question comme il convient, une observation prolongée de la faune pélagique du lac de Bret sera nécessaire. Il s'agira de voir si la variation saisonnière ou temporale est normalement et toujours absente, ou si ce sont les conditions météorologiques de 1902-1903 qui l'ont empêchée de se manifester. Les 18 mois pendant lesquels nous avons poursuivi nos recherches ont été caractérisés par deux étés pluvieux, peu chauds, et par un hiver plutôt doux. Or, d'après STEUER (01), dans des conditions semblables, le polymorphisme saisonnier s'atténue : la variation est moins régulière, moins manifeste que dans les années normales. C'est là une seconde hypothèse qui expliquerait en quelque sorte l'absence de la variation saisonnière.

Sans pouvoir nous prononcer encore pour l'une ou l'autre de ces explications, il est cependant certain que la variation saisonnière a été, ou bien nulle, ou en tout cas très effacée et couverte par la variation individuelle. Celle-ci est par contre très

étendue : dans chaque récolte nous avons trouvé simultanément un ensemble de formes très différentes. Cette diversité des individus vivant à la même époque et dans les mêmes conditions de milieu, est l'expression d'une variabilité individuelle très grande.

Ce polymorphisme se manifeste de deux façons : 1° il intéresse l'ensemble de l'habitus quand on compare les individus jeunes aux adultes : tête, courbure dorsale, épine, sont de forme ou de direction si différentes qu'au premier abord on croit être en présence d'autant de variétés. Mais en comparant la grandeur des individus et leur activité sexuelle, on constate que cette variabilité est due à l'âge des individus et qu'un même individu doit en vieillissant changer graduellement d'habitus. 2° La variation individuelle entre individus sensiblement du même âge porte sur la forme de la tête plus que sur le reste du corps. Devant la diversité des contours de la tête, des crêtes céphaliques de toutes dimensions, nous nous sommes rattaché à la classification de BURCKHARDT (99) en essayant de faire rentrer autant que possible les formes du lac de Bret dans les catégories établies par cet auteur pour les formes trouvées dans les divers lacs suisses; les procédés de mesure de BURCKHARDT ont également servi de base aux nôtres et nous renvoyons à son ouvrage pour ce qui concerne les méthodes de mensuration ainsi que pour la comparaison de ses résultats avec les chiffres qui vont suivre.

Lac de bret. *Daphnia hyalina*. Mesures relatives. (Long. des valves = 1000)
v. Burckhardt (99).

	Année.	Date.	Longueur du corps.	Longueur de la tête	α	β ou $(\beta+\gamma)$	γ	δ	Hauteur des valves.	Longr de l'épine.	Longr d. antennes.	Diamètre de l'œil.	Rostre, rapport $\frac{\delta}{\beta+\gamma}$	Soies des antennes.	Crête $(\alpha - 70)$.	Longueur du corps. (valeur absolue).
																μ
♀ à 1 œuf.	02	18 VIII	1250	281	134	67	94	254	687	375	531	94	(1.58)	268	64	1120
♀ ad. s. œuf.		10 XII	1257	343	98	86	98	257	714	429	629	143	(1.40)	367	28	1232
♀ à 4 œufs.		10 XII	1263	263	113	79	90	202	737	368	710	132	(1.46)	372	43	1344
♀ à 2 »		14 X	1273	303	117	78	91	260	727	424	606	104	(1.53)	312	47	1176
♂	03	18 II	1300	300	114	86	100	186	633	533	667	114	(1.00)	371	42	1092
♀ à 3 embr.	02	1 VII	1303	333	130	203		—	788	424	636	121	—	325	60	1204
♀ à 4 œufs.		1 VII	1303	333	117	216		273	727	424	606	121	(1.26)	333	47	1204
♂	03	18 II	1310	345	103	89	118	208	621	517	724	118	(1.00)	355	33	1064
♀ jeune.		21 I	1310	369	192	89	103	251	724	345	1000	88	(1.30)	—	122	1064
♀ à 2 œufs.	02	1 VII	1310	345	148	197		281	759	517	621	138	(1.42)	345	78	1064
♀ à 3 »		1 VII	1313	312	107	107	80	281	781	563	625	125	(1.50)	344	37	1176
♀ à 3 »		1 VII	1323	355	138	217		207	645	355	516	97	(0.96)	276	68	1148
♀ à 4 embr.		1 VII	1324	323	101	76	88	277	765	412	605	113	(1.69)	315	31	1260
♀ à Ephip.		14 X	1333	333	167	57	114	266	767	266	567	86	(1.55)	357	97	1120
♀ à 5 œufs.		1 VII	1333	333	130	91	104	260	758	454	606	121	(1.33)	286	60	1232
♀ jeune.		1 VII	1333	333	143	190		314	667	733	667	133	(1.65)	429	73	Minim. 560
♀ à 6 œufs.		1 VII	1333	306	107	198		262	750	444	583	111	(1.32)	298	37	1344
♀ à 6 »		1 VII	1343	314	135	98	98	269	800	486	600	114	(1.37)	—	65	1316
♀ ovigère.	03	18 II	1352	323	214	63	113	239	735	265	588	100	(1.35)	391	144	1288
♀ à un œuf.	02	14 X	1355	323	124	83	97	290	742	452	645	97	(1.61)	373	54	1176
♀ ayant posé son Ephip.		14 X	1371	400	229	171		229	800	186	629	98	(1.33)	343	159	1344
♀ à 4 œufs.		1 VII	1375	344	120	223		281	781	469	593	125	(1.26)	268	50	1232
♀ à 2 »		1 VII	1400	360	189	103	120	257	680	400	520	86	(1.15)	309	119	980
♀ jeune.		1 VII	1412	410	176	235		277	647	706	647	118	(1.17)	328	106	672
♀ »		1 VII	1421	421	248	173		316	684	526	684	113	(1.82)	383	178	756
♀ à 3 œufs.		14 X	1544	270	108	81	81	270	703	324	540	108	(1.66)	382	38	1600
♀ à Ephip.		14 X	1563	344	156	62	94	250	812	219	625	94	(1.60)	281	86	1400
♂		14 X	1584	335	149	186		205	652	447	615	93	(1.10)	—	79	1120
♀ à 2 œufs.		14 X	1731	303	121	91	91	242	727	454	636	91	(1.33)	606	51	1600
♀ ovigère.		1 VII	1800	286	114	86	86	286	800	457	571	114	(1.66)	—	44	Maxim. 1764

Si la Daphnie du lac de Bret présente bien les caractères morphologiques de l'espèce *hyalina*, il faut cependant noter que les individus, tant adultes que jeunes, atteignent à peine les dimensions minimales trouvées par BURCKHARDT :

	CARACTÈRES SPÉCIFIQUES D'APRES BURCKHARDT.	*Daphnia* du LAC DE BRET.
Long. absolue des valves.	1300-1500-1620 μ.	812-1064 μ.
Long. absolue du corps.	Maxima : 1700-2300 μ.	560-1764 μ.
Haut. relative des valves.	Oscille autour de 700 pour 1000.	621-800 ‰.
Longueur de l'épine . . .	Toujours plus de 1/2 longueur des valves ; max. 2/3.	(86!)-219-733 ‰.
Diamètre de l'œil	Rarement plus de 1/10 longueur du corps.	Atteint et dépasse rarement ce 1/10.
Rames-antennes.	Longueur varie entre 1/2-3/4 longueur des valves.	516-1000 ‰.
Nombre de dents anales .	Varie entre 9 et 14.	Varie entre 5 et 8 !
Incisions ventrales de la griffe terminale . . .	2.	2.

La forme du lac de Bret est donc de dimensions absolues plus petites que l'espèce type ; la longueur relative de l'épine ainsi que le nombre des dents anales restent également en deçà de la limite inférieure donnée par BURCKHARDT ; par contre, d'autres dimensions cadrent sensiblement avec celles de l'espèce type et ne paraissent pas en corrélation directe avec la taille des individus : telles la hauteur relative des valves, le diamètre de l'œil, la longueur des rames-antennes et le nombre d'incisions de la griffe terminale.

Quant aux processus abdominaux qui échappent à une mensuration directe, nous les avons trouvés réduits : les deux premiers sont les plus développés et nettement divergents, le troisième est un simple mamelon, tandis que le quatrième est excessivement petit, souvent même imperceptible.

Une partie de ces caractères rappellent ceux de *Daphnia hyalina* forma *Heuscheri* du Walensee ; mais tandis que cette forme rentre, quant à la configuration de la tête, dans le sous-groupe *hyalina*, les individus du lac de Bret se répartissent entre les 3 sous-groupes *microcephala*, *hyalina* et *galeata*. Le premier sous-groupe, *microcephala*, à animaux sans crête, est le moins bien

représenté: quelques rares femelles ovigères et surtout les femelles jeunes à épine relativement longue et arquée dorsalement. Les deux autres sous-groupes, *hyalina* et *galeata*, fournissent un contingent nombreux en toute saison, de jeunes et de femelles adultes; les mâles qui apparaissent en automne étaient à peu d'exceptions près du sous-groupe *galeata*.

Nous avons donc trouvé, dans le même lac, les principales formes de têtes indiquées par BURCKHARDT: depuis la forme basse, sans crête, jusqu'à la forme *paresii* avec crête haute, en passant par les formes à crête arrondie et celles à crête brisée, à pointe uni- ou bi-dentée. Autrement dit, nous avons constaté les extrêmes suivants, avec formes intermédiaires:

Longueur des Valves = 1000.	Lac de Bret.	Extrêmes donnés par BURCKHARDT.
Long. relative de la tête.	263-421-666 ‰	222-754 ‰
α (valeur relative) .	98-248-481 ‰	70-531 ‰
Crête (α-70) val. relat. .	28-178-389 ‰	0-461 ‰*

*calculé d'après les chiffres de BURCKHARDT.

Si nos chiffres n'atteignent pas les limites que donne BURCKHARDT, c'est que des formes extrêmes peuvent fort bien avoir échappé à nos mesures; ensuite on ne peut guère s'attendre à trouver dans un seul petit lac la série absolument complète des formes constatées par BURCKHARDT dans une quarantaine de lacs, petits et grands, d'altitude et de situation bien diverses. Pour un lac comme celui de Bret, la variété des formes est déjà considérable quand on la compare à la monotonie de certains lacs plus grands qui ne renferment qu'une forme ou deux de *Daphnia*.

Outre la différence de taille, il y a, comme nous l'avons dit plus haut, une différence d'habitus entre les femelles jeunes et les adultes. Le dos plat des jeunes semble se continuer directement dans l'épine qui occupe une position postéro-dorsale. Les adultes ont au contraire le dos bombé, séparé par un contour

concave de l'épine qui a pris, grâce à la convexité du dos, la position postéro-médiane caractéristique. Mais le passage entre les deux formes se fait graduellement, d'une mue à l'autre, déterminé par la présence des œufs dans la chambre incubatrice. Nous avons pu voir que presque toujours les jeunes femelles ne portaient qu'un œuf et qu'au fur et à mesure qu'elles produisaient des œufs plus nombreux, leur contour dorsal devenait plus convexe.

Nous avons compté de 1, 3, 7, 8 et jusqu'à 11 œufs parthénogénétiques chez la même femelle. La descendance en est ainsi plus nombreuse que dans le lac des Quatre-Cantons où Burckhardt (00) a compté de 1-4 et rarement 5 œufs.

Ceriodaphnia pulchella Sars. La colonie de *Ceriodaphnia* du lac de Bret n'est pas soumise non plus à la variation saisonnière. Comme chez *Daphnia*, la variabilité individuelle intervient seule et efface tout vestige de variation saisonnière. Ici encore la différence d'habitus est assez importante entre individus jeunes et adultes. Tandis que chez les jeunes et les mâles le contour dorsal est presque droit et le mucro bien prononcé, la presence des œufs dans la chambre incubatrice détermine chez les femelles adultes une forte courbure de la ligne dorsale ; le mucro occupe alors non plus l'angle postéro-dorsal, mais semble reporté vers le milieu du contour postérieur, en même temps qu'il devient en général moins prononcé. Chez les femelles ephippiales enfin, l'ephippium fait saillir la partie dorsale de la carapace en une forte proéminence à contours rectilignes, un peu comme un sac d'école porté sur le dos. Sauf de rares exceptions, le mucro est alors complètement absent : ses contours ont disparu dans le grand développement qu'a pris la ligne postéro-dorsale.

Quant à la variation individuelle proprement dite, elle est exprimée par les mesures relatives que nous avons faites pour *Ceriodaphnia pulchella* (voir le tableau).

Lac de Bret. **Ceriodaphnia pulchella**: Mesures relatives. (Long. du corps = 1000).

	Année.	Date.	Longueur du corps.	Longueur de la tête.	α	β	γ ou [Tête−($\alpha+\beta$)]	Longr des valves.	Hauteur des valves.	Long. du mucro.	Long. d. antennes.	Gd diam. de l'œil.	Longueur du corps. (valeur absolue.)
													μ
♀ jeune.	1902	16 IX	1000	231	77	77	77	769	577	38	577	77	312
♀ »		3 VI	1000	222	92	74	74	778	556	37	593	111	324
♀ »		23 VI	1000	241	86	69	69	759	517	34	690	103	348
♀ »		16 IX	1000	200	67	67	67	800	633	33	533	67	360
♀ »		3 VI	1000	226	46	58	46	774	posit. dorsale —	—	484	97	372
♀ »		1 VII	1000	194	46	46	46	581	613	23	460	93	372
♀ »		4 VIII	1000	182	61	61	61	818	636	30	606	91	396
♀ »		18 VIII	1000	182	61	61	61	758	576	30	606	91	396
♀ »		18 VIII	1000	171	57	57	57	829	629	57	571	86	420
♀ adulte s. œufs.		3 VI	1000	200	57	57	57	771	714	28	714	86	420
♂		5 XI	1000	189	54	81	54	810	622	27	676	108	444
♀ à 1 œuf.		3 IX	1000	179	51	51	51	820	718	51	641	77	468
♂		5 XI	1000	200	62	75	62	800	600	25	550	100	480
♀ à 2 œufs.		3 IX	1000	195	73	73	49	829	707	49	610	97	480
♀ à 3 œufs.		23 VI	1000	219	49	73	73	805	756	49	537	97	492
♂		14 X	1000	167	48	48	48	833	571	24	595	95	504
♀ adulte s. œufs.		1 X	1000	167	48	71	48	857	690	24	595	95	504
♂		5 XI	1000	190	71	71	48	809	571	24	595	95	504
♂		5 XI	1000	167	71	71	24	833	651	24	595	119	504
♀ à 1 œuf.		1 X	1000	159	46	46	70	837	674	23	581	93	516
♀ »		1 X	1000	139	46	—	—	837	767	46	581	93	516
♀ »		1 X	1000	159	46	70	46	860	721	23	581	93	516
♂		5 XI	1000	159	68	68	23	727	568	23	568	91	528
♂		14 X	1000	182	68	68	46	795	591	23	568	91	528
♀ à Ephippium.		14 X	1000	159	68	46	46	818	682	0	568	68	528
♀ »		14 X	1000	170	43	65	43	826	696	0	543	87	552
♀ à 2 œufs..	1903	28 IV	1000	196	65	65	43	826	739	43	543	87	552
♂	1902	5 XI	1000	170	65	65	43	804	587	22	587	87	552
♀ à Ephippium.		5 XI	1000	149	64	64	21	872	702	0	532	85	564
♀ adulte s. œufs.		4 VIII	1000	170	42	64	64	851	702	21	596	85	564
♀ à Ephippium.		5 XI	1000	146	62	62	21	792	687	0	521	83	576
♀ »		14 X	1000	184	61	61	61	837	714	41	612	82	588
♀ »		5 XI	1000	180	80	60	40	820	720	0	560	100	600
♀ ayant posé son Ephippium.		5 XI	1000	196	59	59	78	823	706	0	549	78	612
♀ adulte s. œufs.		4 VIII	1000	179	53	71	53	804	661	71	482	89	672

Ici les comparaisons avec les chiffres d'autres colonies manquent; à défaut de pouvoir faire ces mesures d'après un schéma déjà existant, nous avons adapté à *Ceriodaphnia* la méthode que Burckhardt (99) employe pour *Daphnia*, en prenant toutefois pour base des mesures relatives la longueur du corps au lieu de celle des valves; le contour de la tête est en effet peu variable, il n'y a pas de crête et nous n'avons observé qu'une seule fois une petite pointe à l'angle antéro-dorsal de la tête. Les mesures prises s'expliquent du reste facilement par analogie avec celles des Daphnies d'après Burckhardt (99).

La mesure du mucro est approximative, vu son faible développement et le manque de point de repère; nous l'avons mesuré selon la perpendiculaire élevée à la ligne idéale qui réunirait en l'absence du mucro les lignes dorsale et postérieure.

La longueur absolue des individus mesurés varie entre 312 μ. (jeune) et 672 μ. (adulte) pour les femelles.

Stingelin (95) 410-660 μ.

Lilljeborg (00) 700-860 μ. — Steuer (01) 550 μ.

La longueur des mâles a varié entre 444 et 552 μ.

Lilljeborg (00) 560-640 μ.

Les *Ceriodaphnia* de nos lacs paraissent donc de dimensions absolues plus petites que celles de la Suède. Une différence analogue a été constatée par P.-E. Müller (Forel. Mat. faune profonde II. III. 1875-76) entre les *Bythotrephes* et *Leptodora* du Léman et ceux des lacs du Nord, par Th. Clève (Forel. Léman III.) entre *Diaptomus laciniatus* du Léman et celui de Scandinavie.

Espérant pouvoir comparer plus tard nos chiffres avec ceux fournis par d'autres colonies, nous donnons les principales limites extrêmes de la variabilité observée chez *Ceriodaphnia* du lac de Bret :

	Valeurs absolues.	Valeurs relatives (°/oo de la long. totale).
	—	—
Longueur de la tête . .	72-120 μ	139-231 °/oo
Longueur des valves .	240-540 μ	581-872 °/oo
Hauteur des valves . .	180-444 μ [Stingelin (95) 300 μ]	517-767 °/oo
Longueur du mucro .	0-48 μ	0-71 °/oo
Longueur des antennes.	180-360 μ	460-714 °/oo
Diamètre de l'œil . .	24-60 μ	67-119 °/oo
Dents anales	(nombre) (5-10)	—

Le nombre des œufs portés par les femelles parthénogénétiques varie de 1-4-5.

Quant aux ephippium, voici quelques mesures :

Long. de la ♀	Larg. de l'éphippium (zone alvéolaire).	Œuf long./large.
—	—	—
528 μ	156 μ	216/84 μ
552	216	168/96
564	228	œuf tombé.
576	228	œuf tombé.
588	204	180/108
600	264	œuf tombé.

Notons enfin que le fouet de la première paire de pattes chez le mâle porte à son extrémité distale recourbée une série de 3-4 dents, visibles seulement avec l'objectif à immersion (fig. 4). Le fouet lui-même mesure environ 360 μ. L'antenne de première paire, chez le mâle également, mesure 48 μ. pour l'article basilaire, 24 μ. pour les bâtonnets hyalins, 60 μ. pour la grande soie et 48 μ. pour la petite soie.

Bosmina longirostris. O. F. M. Par sa taille de moins de 550 μ (un individu de 564 μ semble montrer que la limite n'est pas absolue) la *Bosmina* du lac de Bret rentre dans le groupe *longirostris* de Burckhardt et possède les caractères spécifiques de l'espèce *B. longirostris* O. F. M.

Le contour du rostre est concentrique au bord ventral antérieur des valves, bien que sa longueur (A + B) reste souvent inférieure au $^1/_5$ de la longueur du corps. L'armature anale est conforme à la diagnose de BURCKHARDT: « griffe terminale coudée en deux points; fines soies longues implantées obliquement sur la base de la griffe et sur l'extrémité du porte-griffe; armature distale de la griffe (entre les 2 coudes) formée par environ 10 petites dents perpendiculaires à la griffe ».

La forme du lac de Bret est voisine de la forme *typica* (BURCKHARDT) mais quelques divergences dans les dimensions relatives semblent montrer qu'il s'agit là d'une colonie bien différenciée. Comme pour *Daphnia* et *Ceriodaphnia*, la variation individuelle l'emporte chez *Bosmina* sur la variation saisonnière jusqu'à l'effacer entièrement. La différence de contours entre jeunes et adultes est ici encore très forte et intéresse surtout la ligne dorsale et le mucro. De droite qu'elle est chez les jeunes, la ligne du dos se bombe et se surélève chez les adultes, la hauteur des valves augmente sans jamais atteindre ou dépasser la longueur du corps comme chez les représentants du groupe des « grandes Bosmines » de plus de 550 μ. Ces différences d'habitus dues à l'âge ont été très bien figurées par BREHM (02) pour *Bosmina coregoni*. La *Bosmina* qui nous occupe revêt successivement les mêmes aspects que son espèce sœur. Le mucro est plus court et porte moins d'incisions chez les adultes que chez les jeunes; chez ces derniers il est en outre incurvé dorsalement, ce que nous considérons comme un vestige de sa position chez l'embryon, où il est nettement replié le long du bord postérieur des valves, tandis que chez les embryons des Daphnies l'épine est repliée le long du bord ventral de la carapace.

Les différences individuelles sont exprimées dans le tableau des mesures relatives, faites d'après la méthode de BURCKHARDT à laquelle nous renvoyons pour la comparaison des résultats.

	Année.	Date.	Longueur du corps.	Long. des valves.	Hauteur des valves.	Project. des Ant.[1]	Diamètre de l'œil.	A } ou (A + B).	B }	C.	D.	Long. du mucro.	Longueur du corps. (valeur absolue).
													μ
♀ jeune.	1902	3 VI	1000	700	700	500	100	292		142	379	117	240
♀ »		14 X	1000	681	727	409	91	148	98	136	394	136	264
♀ »		18 VIII	1000	708	708	375	125	135	73	118	260	55	288
♀ »	1903	28 IV	1000	731	654	423	115	192	115	154	461	154	312
♀ »	1902	2 V	1000	704	704	333	111	136	96	111	320	74	324
♀ »	1903	28 IV	1000	704	630	555	111	160	80	142	444	222	324
♀ adulte s. œufs.	1902	3 VI	1000	750	786	393	107	137	92	116	310	71	336
♀ jeune.	1903	18 II	1000	714	679	429	107	170	59	170	387	116	336
♀ »		18 II	1000	714	679	643	116	155	68	155	464	143	336
♀ »		18 II	1000	750	679	536	107	170	77	146	464	179	336
♀ »		21 I	1000	833	833	750	107	179	107	179	429	107	336
♀ »	1902	24 XI	1000	690	690	552	103	138	69	112	374	103	348
♀ adultes. œufs.	1903	28 IV	1000	667	700	467	133	144	94	108	361	108	360
♀ à 1 œuf.	1902	2 V	1000	774	806	193	128	188		110	223	70	372
♀ adulte s. œufs.		18 VIII	1000	742	774	323	97	132	62	110	237	64	372
♀ à 2 œufs.		2 V	1000	687	781	281	94	148	52	102	271	86	384
♀ à 1 œuf.		1 X	1000	727	757	333	121	131	83	111	242	58	396
♀ adulte s. œufs.		14 X	1000	697	757	212	91	215		116	275	71	396
♀ ovigère.		2 V	1000	706	823	206	88	—	—	113	203	37	408
♀ à 3 œufs.		2 V	1000	714	829	286	114	117	67	98	248	62	420
♀ à 1 œuf.	1903	18 II	1000	714	743	514	114	129	78	155	279	86	420
♀ »		18 II	1000	722	778	528	139	167	55	139	306	111	432
♀ ovigère.	1902	10 XII	1000	722	806	556	139	—	—	139	312	90	432
♂ (fig. 2).		14 X	1000	703	649	540	117	143		176	309	99	444
♀ à 1 œuf.	1903	28 IV	1000	703	784	351	108	143	58	110	297	81	444
♀ »		18 II	1000	730	730	486	108	128	88	151	351	108	444
♀ »		18 II	1000	737	763	553	105	142	72	147	342	105	456
♀ »		18 II	1000	737	763	395	105	114	85	136	316	105	456
♀ »		18 II	1000	737	763	500	105	142	79	136	368	110	456
♀ »		18 II	1000	735	739	282	103	128	55	139	308	103	468
♀ adulte s. œufs.	1902	3 VI	1000	725	800	275	100	135	85	96	271	96	480
♀ à 1 œuf.	1903	18 II	1000	750	800	500	125	150	50	150	325	125	480
♀ adulte s. œufs.		28 IV	1000	714	809	595	143	123	67	126	357	143	504
♀ ovigère.		18 II	1000	681	745	277	85	85	115	92	142	298	564

Comme pour les autres Cladocères nous mettons en regard les limites extrêmes de la variation d'après BURCKHARDT et celles observées dans le lac de Bret.

Long. du corps = 1000.	LAC DE BRET.	D'après *Burckhardt*.
Longueur du corps	240 (jeunes)-336-504 (-564!) µ.	250-450-535 µ.
Hauteur des valves	630-833 °/oo	679-835 °/oo
A	114-192 °/oo	119-130-186 °/oo
B	50-115 °/oo	62-90-100 °/oo
(A + B)	143-200-307 °/oo	Toujours plus de 1/5 (200 °/oo) long. corps.
Mucro	37-55-71-143 (-298!) °/oo	30-46-74-(154)-(230) °/oo
Incisions du mucro	0-4 (nombre)	0-4 (nombre)
D	(142!)-203-464 °/oo	173-440 °/oo
Incisions de l'ant.[1]	9-14-(16?) (nombre)	8-15 (nombre)
Projection de l'ant.[1]	193-750 °/oo	200-500 °/oo
Diamètre de l'œil	(85!)-88-143 °/oo	80-160 °/oo
C	(92!)-96-179 °/oo	(78)-82-155 °/oo

Parmi les chiffres du lac de Bret, nous avons mis entre parenthèses et fait suivre d'un ! les valeurs trouvées pour l'individu de 564 µ. qui fournit pour plusieurs dimensions des valeurs extrêmes, maximales ou minimales.

Deux fois seulement nous avons trouvé parmi les *Bosmina* habituelles un exemplaire de la forme *cornuta*, à antenne de la 1re paire recourbée en crochet du côté interne et dorsal. Ces deux individus, du 1er octobre 1902 et du 15 juillet 1903 sont trop isolés pour que nous puissions les considérer comme des formes de variation saisonnière ; les deux étant adultes, à dos bombé, celui du 15 juillet portant un embryon, il ne peut être question non plus de variation due à l'âge. Ce sont ou bien des formes extrêmes d'une série de variations dont nous n'aurions pu découvrir les jalons intermédiaires, ou bien encore des individus provenant de la région littorale et égarés dans la région pélagique. Cette dernière supposition nous semble la plus plausible.

Mentionnons une anomalie des antennes de la 1re paire, observée chez un individu du 3 juin 1902 : ces antennes, excessivement réduites, avaient les dimensions suivantes :

C = 50 D = 75 pour 1000 de longueur du corps,

tandis que chez les individus normaux du lac de Bret C variait entre 92 et et 179, D entre 142 et 464, également pour 1000 de longueur du corps (voir le tableau des mesures relatives).

Le nombre d'œufs que portaient les femelles parthénogénétiques a varié de 1-2-3-4-5-6-8. (*Bosmina coregoni* du Lac des Quatre-Cantons: 1-4-(6) (BURCKHARDT (00).)

Quant à un œuf d'hiver quelque peu problématique, nous en avons parlé en traitant du cycle biologique de *Bosmina* (fig. 3).

Disons enfin que nous avons à plusieurs reprises trouvé des *Bosmina* et quelques *Chydorus* qui portaient entre leurs valves une multitude de corpuscules plus ou moins arqués, arrondis aux deux extrémités et remplis de globules réfringents disposés en chapelet. Leur longueur, mesurée en ligne droite, varie de 23-86-96-108 μ. et leur largeur est de 12-13 μ. Cités déjà par de nombreux auteurs qui les ont trouvés chez divers Rotateurs et Cladocères, ces parasites sporozoaires sont probablement le *Cœlosporidium chydoricola* (MESNIL et MARCHOUX) ou l'*Ascosporidium Blochmanni* (ZACH.).

Cyclops Leuckarti Claus. Dans le lac de Bret, ce *Cyclops* présente bien les caractères donnés par SCHMEIL (92), mais les dimensions des individus sont un peu plus petites que celles indiquées comme normales par cet auteur.

	Lac de Bret.	d'après SCHMEIL.
♂♂ adultes (mai-juin)	756-840 μ. . .	1000-1300 μ.
♀♀ ovigères (mai-juin)	980-1148 μ .	1100-1800 μ.

Cyclops strenuus Fisch. var. *pelagica* Schmeil. Cette espèce, beaucoup plus rare dans le lac de Bret que la précédente, s'est trouvée représentée surtout par des individus encore jeunes et par des femelles adultes dont la taille variait de 1680-2520 μ. (soies de la furca non comprises). SCHMEIL a mesuré des femelles de 1500-2500-(3200) μ.

Le nombre d'œufs portés en deux sacs ovigères par les femelles de *C. leuckarti* et de *C. strenuus* est représenté par les quelques chiffres suivants :

$$(6+4) . (8+6) . (8+8) . (8+11) . (9+9).$$

Burckhardt (00) compte pour ces deux espèces de *Cyclops* dans le Lac des Quatre-Cantons : 2-10-(14) œufs, le plus souvent 8. La production d'œufs est donc beaucoup plus forte dans le lac de Bret, comme cela a été souvent constaté dans de petits bassins.

Diaptomus gracilis Sars. Les mâles adultes avec spermatophores ont varié entre 1092 et 1400 μ de longueur totale, sans les soies de la furca. Ils paraissent plus grands en hiver qu'en été, mais le nombre des mesures n'est pas suffisant pour avancer cette variation comme absolument certaine.

Les femelles adultes avec œufs mesuraient de 1260-1484 μ. (Schmeil (96) : 1000-1500 μ.) (Richard et de Guerne (89) : « ♀ parum supra 1 mm ».)

Le nombre d'œufs contenus dans le sac ovigère unique de la femelle a varié entre 2 et 15. (Schmeil : 4- plus de 25 ; Burckhardt (00) : 2-5, le plus souvent 3-4.)

Ici encore l'étendue du bassin semble influer sur la production ovigère en ce sens que dans le petit lac de Bret, les femelles portent plus d'œufs que leurs congénères habitant de grands bassins.

Nous avons rencontré des femelles portant attachés à l'orifice génital 1-2-5-8-10-12-14 et même 30 (28 avril 1903) spermatophores.

En mai 1902, à un moment où les adultes avec produits sexuels étaient abondants et en pleine reproduction, la proportion des sexes était de 32 ♂♂ pour 68 ♀♀.

Rotateurs. *Floscularia mutabilis* Bolton. Nous avons trouvé ce Rotateur assez souvent, mais toujours en peu d'exem-

plaires. Outre la couronne de cils courts qui entourent tout le disque, nous avons remarqué chez la femelle deux bouquets de cils très longs, immobiles et dirigés en arrière, comme HUDSON (89) les mentionne chez le mâle. La gaîne gélatineuse de l'animal est très hyaline, difficile à voir. Chez quelques individus elle est annelée dans le sens transversal par de fines côtes incolores qui, vues en coupe optique sur les bords du tube, forment une crénelure assez régulière. Les individus mesurés avaient de 300-420-480 μ à l'état d'extension. (HUDSON, 89) : $^1/_{80}$ inch. = 312,5 μ.) Les ♀ portaient un à deux œufs d'environ 72 μ de grand axe.

Floscularia libera Zach. (fig. 8.) Cette espèce, beaucoup plus rare, ne s'est trouvée dans la récolte pélagique que le 15 juillet 1903. Mais les individus provenant de cette pêche et que nous avons pu étudier à l'état vivant étaient suffisamment caractéristiques pour que nous ayons pu les identifier avec l'espèce pélagique découverte et décrite par ZACHARIAS (94). Le lobe unique, dorsal, avec son bouquet de cils longs, les cils courts qui garnissent le reste du disque, et surtout le pied renflé en forme d'oignon, sont autant de caractères que nous avons retrouvés chez les exemplaires du lac de Bret. Nous avons constaté en outre que l'animal était entouré d'une gaîne hyaline élargie en forme de cloche. Cette enveloppe que sa transparence rend presque invisible aura échappé à ZACHARIAS. Il est cependant facile de la mettre en évidence en ajoutant à la préparation un peu d'encre de Chine liquide. Si l'identité des individus du lac de Bret avec ceux du Nord de l'Allemagne se confirme et si ces derniers se montrent également porteurs d'une gaîne campanuliforme, l'appellation spécifique « *libera* » n'aurait plus sa raison d'être et devait faire place à une désignation plus conforme à la réalité, telle que « *campanulata* » par exemple. L'existence de cette gaîne hyaline légitimerait peut-être la création d'une espèce nouvelle.

L'animal mesure de 120-140 μ. (ZACHARIAS: 140 μ.)

L'œuf a environ 30 μ selon le grand axe. Quant à la cloche hyaline, elle mesure 38 μ au niveau du renflement du pied, 64 μ dans sa plus grande largeur et 50 μ à son ouverture rétrécie. L'épaisseur de la paroi transparente varie entre 12,5 et 17,5 μ au sommet de sa cloche, où l'animal est inséré par son pied.

Conochilus unicornis Rousselet. Rien de particulier à signaler pour ce Rotateur que nous avons rencontré soit isolé soit en colonies comptant jusqu'à 20 individus. Certains individus avaient jusqu'à 420 μ de longueur totale (WEBER (98) 320 μ), d'autres, des jeunes probablement, ne mesuraient que 130-144 μ.

Triarthra longiseta Ehrbg. Voici, comparées aux indications des divers auteurs, les dimensions des individus du lac de Bret :

	Lac de Bret.	ZACHARIAS (93.98)	WEBER (98)	BURCKHARDT (99)
Longueur du corps. .	156-252 μ.	170 μ.	170 μ.	130 μ.
Largeur maximale . .	72-120 μ.	—	—	—
Epines antérieures . .	456-552 μ.	385-900 μ.	avec le corps 400 μ.	440-520 μ.
Epine postérieure . .	348-432 μ.	430 μ.	—	355-420 μ.
Œuf. latent. . . .	120/60 μ.	—	—	—
Œuf. parthénog. .	84/60 μ.	—	—	—

	Lac de Bret.	AMBERG (00)	EYFERTH (00)	WESENBERG (00)
Longueur du corps. .	156-252 μ.	104-143 μ.	166 μ.	—
Largeur maximale . .	72-120 μ.	—	—	—
Epines antérieures . .	456-552 μ.	273-403 μ.	avec le corps 500 μ.	Hiver : 200-300 μ. Eté : 600-800 μ.
Epine postérieure . .	348-432 μ.	299-351 μ.	—	—
Œuf. latent. . . .	120/60 μ.	—	—	—
Œuf. parthénog. .	84/68 μ.	—	40-50 μ.	—

On voit qu'il s'agit ici de la variété *limnetica* Zach. Les épines antérieures ont, en effet, plus du double de la longueur du corps, sans toutefois jamais atteindre quatre fois sa longueur, comme chez les individus qu'a décrits ZACHARIAS.

Triarthra ne porte qu'un seul œuf à la fois, soit parthénogénétique, soit œuf latent.

Polyarthra platyptera Ehrbg. var. *euryptera* Wierz.

Les individus jeunes sont coniques, plus larges en avant qu'en arrière, et les faisceaux de rames sont convergents au repos. Les adultes de la même récolte sont cubiques et portent les faisceaux de rames parallèlement. Cette différence d'habitus avait déjà été constatée par Wesenberg (00) pour la forme type; nous avons pu la vérifier également pour la variété *euryptera* Wierz. Les individus du lac de Bret ont toujours présenté, en été comme en hiver, la denticulation sur les deux arêtes des rames. Ce caractère de la variété *euryptera* n'a cependant pas toujours été accompagné des dimensions indiquées par les auteurs. Ce fait provient en partie de la difficulté que présente sur du matériel fixé la mensuration des palettes, le plus souvent froissées. C'est avec cette réserve que nous comparons nos mesures avec celles que donnent les auteurs :

Var. *Euryptera* Wierz.	Lac de Bret.	Burckhardt (99).	Weber (98).	Zacharias (98).
Longueur du corps.	(84) - 132-204 μ.	180-210 μ.	[Forma typica 120-150 μ.]	—
Largeur du corps .	(12) - 96 - 132 μ.	95-125 μ.	—	—
Longueur des rames	(96) - 130-144 μ.	125-155 μ.	Dépassent peu le corps	—
Largeur des rames.	(13) - 52 - 72 μ.	50 - 60 μ.	—	40-50 μ.

Les chiffres de la première colonne, mis entre parenthèses, montrent qu'il doit y avoir eu dans le plancton quelques individus de la forme type et que l'exemplaire mesuré doit en outre avoir été déformé par la préparation.

Si malgré cela nous avons maintenu ces données, c'est pour montrer que la colonie de *Polyarthra* n'est pas exclusivement composée d'individus de la variété *euryptera*.

Nous avons rarement vu des femelles ovigères; elles ne portaient toujours qu'un seul œuf.

Synchæta pectinata Ehrbg. Cette espèce, caractérisée par la forme de son mastax et par la présence dans l'aire coronaire de deux mamelons ciliés et quatre éminences sétigères, mesure dans le lac de Bret 300-396-408 μ. de longueur totale (WEBER [98] : environ 300 μ.) et environ 192 μ. de largeur au niveau des auricules.

Gastropus stylifer Imhof. Nous avons mesuré des individus ayant 100-156 μ. de longueur de lorica (ZACHARIAS [93] : 150 μ.) et jusqu'à 192 μ. de longueur totale à l'état d'extension (WEBER [98] : 150-180 μ.).

Nous avons dit précédemment quelques mots sur la coloration variable de ce Rotateur.

Les deux espèces qui suivent sont des Rotateurs que nous n'avons pu identifier avec aucune forme décrite dans la littérature dont nous disposions. Leurs caractères généraux nous permettent cependant de les attribuer aux genres *Notops* Hudson et *Gastropus* Imhof. Voici leur description, pour autant que nous avons pu étudier les quelques individus récoltés.

Gastropus bretensis n. sp. (fig. 5). Longueur : 120-160-180 μ. La forme générale rappelle celle de *Gastropus stylifer* ; comme lui, l'animal est protégé par une lorica mince et incolore que l'on peut isoler par l'action de potasse caustique. Le pied, au lieu d'être médio-ventral comme chez *G. stylifer*, est postéro-ventral et sort d'une proéminence en forme de large bosse. Il est court, finement annelé, et porte deux doigts égaux, coniques et pointus. Le pôle oral de l'animal contracté présente, vu d'en haut, une série de plis rayonnant autour de l'orifice buccal invaginé. Quand il est expulsé, l'appareil ciliaire paraît faiblement lobé et garni de cils d'égale longueur. Le mastax est du type virgé (pièces buccales en forme de bâtonnets) et sensiblement symétrique. Le côté dorsal de l'animal porte un gros œil rouge, réniforme. L'intestin est volumineux et rempli d'une masse brun-vert. L'animal nage en tournoyant sur lui-même ; sa course est

interrompue par des arrêts fréquents. Nous n'avons rencontré aucun individu ovigère.

Au cas où cet organisme serait reconnu comme espèce nouvelle, nous proposons de l'appeler *Gastropus bretensis.*

Notops falcipes n. sp. (fig. 6). Plus rare que le précédent, ce Rotateur mesure 130 μ. à l'état de contraction. Il est large, sacculiforme, bossu, et ne semble pas posséder de lorica. Sur le contour postéro-ventral naît un pied très large, sub-cylindrique, portant deux grands doigts falciformes, très caractéristiques. Ces doigts, qui à eux seuls sont longs comme la moitié de l'animal, portent en leur tiers proximal une sorte de tubercule faisant saillie sur la courbure concave des doigts. L'appareil ciliaire, ainsi que l'œil, ont échappé à nos observations qui n'ont pu être reprises faute de matériel. Le peu du mastax que nous avons pu voir indique le type virgé. Les exemplaires examinés étaient des femelles sans œufs, mais largement ovariées. Un des individus était bourré de nombreux tests de Diatomées très allongées.

Au cas où ce Rotateur constituerait réellement une espèce nouvelle, nous proposerions de le nommer *Notops falcipes*, pour rappeler la forme particulière de son grand pied.

Mastigocerca Blanci n. sp. (fig. 7, *a*, *b*.). Ce Rotateur que nous dédions à M. le professeur Dr H. BLANC, ne se trouve dans le lac de Bret que pendant les mois d'été, il est alors assez fréquent. Il doit être rangé dans le genre *Mastigocerca*; mais malgré sa ressemblance grossière avec plusieurs espèces du genre, il ne peut cependant être identifié avec aucune de celles dont la description nous était accessible. Nous avons eu la chance de trouver dans nos récoltes des individus isolés d'espèces auxquelles nous pensions d'abord devoir assimiler le Rotateur en question ; mais nous avons pu nous convaincre que si l'identification semblait à la rigueur possible d'après les descriptions et les dessins des auteurs, la comparaison des organismes vivants excluait toute similitude.

Voici la description de cette espèce que nous pensons être nouvelle et que malgré nos recherches bibliographiques nous n'avons pas trouvée décrite.

Corps allongé, fusiforme, non incurvé, tronqué antérieurement et aminci en arrière en un pied conique, bi-articulé. Ce pied porte deux doigts styloïdes droits, de longueur inégale, ainsi que deux stylets accessoires, dont l'un plus court; ces quatre appendices ne sont pas toujours tous visibles.

Le bord antérieur de la lorica porte deux épines égales, plutôt latérales que dorsales, souvent convergentes ou incurvées au-dessus de la tête.

La lorica ne porte pas de carène saillante, mais montre de part et d'autre de la ligne dorsale deux arêtes longitudinales, plus rapprochées en leur partie médiane qu'à leur extrémité, et s'étendant jusqu'au tiers postérieur de la cuirasse. L'espace entre ces deux lignes semble strié transversalement; le reste de la cuticule présente une fine striation longitudinale, visible surtout sur la lorica vide examinée à sec. L'extrémité céphalique de la lorica est marquée de plis longitudinaux et séparée du tronc par un étranglement circulaire, un peu comme chez *Mastigocerca capucina* Wierz et Zach.

L'organe rotatoire, pour autant que nous avons pu nous en rendre compte, porte trois protubérances ciliées de chaque côté de l'appendice digitiforme qui sort dorsalement entre les deux épines.

Le mastax est du type virgé symétrique. L'estomac est rempli d'une masse brune, le reste de l'animal étant hyalin. Nous n'avons pu étudier le système excréteur ni l'ovaire, mais nous avons trouvé des individus portant intérieurement un œuf assez gros.

Le ganglion cérébral porte un œil rouge réniforme, situé au-dessous de l'étranglement céphalique. Dans le tiers postérieur du corps, nous avons constaté deux papilles avec filets nerveux,

probablement des tentacules latéraux. La glande pédieuse est assez volumineuse et bien visible.

Ce Rotateur nage en tournant autour de son grand axe; son pied, très mobile du côté ventral, forme avec l'axe du corps un angle plus ou moins ouvert, jusqu'à être porté sur le prolongement de cet axe.

Longueur totale avec doigts et épines	240 μ.
Longueur du corps sans doigts ni épines	180 μ.
Largeur maximale du corps	48 μ.
Longueur des doigts styloïdes.	60-48 μ.
Mastax long/large	33/14 μ.
Oeuf long/large	70/46 μ.

Cœlopus inermis n. sp. (fig. 9). La lorica de ce Rotateur est peu résistante, flexible, et présente de nombreux plis irréguliers. Le corps est fortement arqué dorsalement et porte un revêtement céphalique sans épines, à bords ondulés, et séparé du tronc par un faible étranglement. L'extrémité postérieure, tronquée obliquement, s'articule avec un pied bulbeux très court; ce pied porte un doigt et un stylet; l'extrémité du stylet vient s'appuyer contre le doigt dans son tiers proximal.

Le mastax semble être du type virgé, presque symétrique; l'animal le projette souvent en une sorte de bec conique. Nous avons trouvé des individus portant un œuf à leur intérieur. Ce sont là les seuls caractères que nous ayons pu observer chez ce Rotateur d'été que nous appelons provisoirement *Cœlopus inermis*.

Voici ses dimensions:

Longueur totale avec pied	135 μ.
Longueur sans pied	95 μ.
Largeur maximale	52 μ.
Doigt	41 μ.
Stylet	13 μ.
Œuf long/large	$^{55}/_{26}$ μ.

Anapus ovalis Bergendal. La fine striation transversale de la lorica, la largeur inégale des plaques ventrale et dorsale, leurs contours non croisés, la présence de quatre mamelons sétigères et d'un appendice médian spatuliforme, tels sont les caractères qui font que nous nommons « *ovalis* » cet *Anapus*, plutôt que « *testudo* ». L'aspect seul de la coupe transversale de la lorica ne nous a pas permis d'attribuer les individus du lac de Bret à l'une ou à l'autre de ces deux espèces si voisines. Cette coupe transversale ne correspond en effet à aucun des deux dessins donnés par WEBER (98), mais se rapproche de celui que donne ZACHARIAS (94) pour *Anapus testudo*. Ce caractère semble donc être peu constant, variable d'une localité à l'autre et inutilisable pour la détermination. BURCKHARDT (99) met du reste en doute l'existence de caractères réellement distinctifs entre ces deux espèces qu'il ne considère que comme variétés l'une de l'autre.

Les individus du lac de Bret étaient d'un jaune brun avec les corps ronds brun sombre caractéristiques.

Longueur 94-117-120 μ. (WEBER (98) : 130-200 μ.)

Largeur 83- 72- 78 μ.

Ses dimensions comme son contour transversal rapprochent ce Rotateur de l'espèce « *testudo* » (WEBER : 100-140 μ.) tandis qu'il tient de l'espèce « *ovalis* » par les caractères plus haut mentionnés.

Notholca longispina Kellicott. WEBER (98) cite ce Rotateur comme ayant été pêché dans le lac de Bret durant les mois de juillet et août. Nous n'en avons récolté que quelques individus si isolés que nous les considérons comme tychopélagiques. Ce fait montre qu'un organisme peut, par des conditions d'existence défavorables, être amené à disparaître presque complètement. Il serait intéressant de voir si, et en quelles circonstances, ce Rotateur réapparaîtra plus nombreux dans le lac de Bret.

Anuræa cochlearis Gosse. Les individus mesurés ont présenté les dimensions suivantes :

Longueur totale avec épines ant. et post.	180-228-252-264-276 μ.
Longueur du corps sans épines ant. et post.	108-120-132 μ.
Largeur maximale du corps	60-84-96-132 μ.
Epine postérieure	60-72-96-108 μ.
Œuf long/large	72/48 μ.

Dans le Léman, nous avons trouvé des individus de 192-288 μ. de longueur totale (WEBER (98) : 160-220 μ.). Dans le lac de Bret, les individus sont en moyenne plus grands en janvier (sous la glace) qu'en juillet, contrairement aux constatations faites par WESENBERG (00) dans les lacs du Nord. Mais en été comme en hiver nous avons trouvé des individus de toutes les dimensions intermédiaires entre les extrêmes. Donc ici encore la variation individuelle est assez forte pour contrebalancer la variation saisonnière.

Quelques *Anuræa* portaient l'épine postérieure coudée à angle droit sur le plan du corps, sans que cette malformation semblât les gêner dans leur locomotion.

Pedalion mirum Hudson. Les exemplaires récoltés avaient les dimensions suivantes :

	Lac de Bret.	d'apr. WEBER (98) Etang du Petit-Lancy.
Longueur du corps	204-228-276 μ.	350-400 μ.
Longueur totale avec soies.	312-324-360 μ.	560-600 μ.

Ce Rotateur, que certains auteurs font rentrer dans le plancton des étangs *(Heleoplancton)*, est peu fréquent dans le lac de Bret où il n'atteint du reste pas la taille de ses congénères vivant dans les bassins plus restreints et moins profonds.

Les femelles portaient attaché au corps soit un œuf femelle, soit une petite grappe d'œufs mâles.

Flagellés. *Ceratium hirundinella.* O. F. M. A toute saison nous avons trouvé des individus à 3 et à 4 cornes sans qu'il semble y avoir eu prédominance de l'une ou de l'autre variété. De nombreuses formes de passage reliaient du reste dans la même récolte la forme à 2 cornes postérieures parallèles avec celle à 3 cornes postérieures bien développées et très divergentes. Il n'y a donc pas, pour le *Ceratium* du lac de Bret, un polymorphisme saisonnier aussi prononcé qu'il a été observé ailleurs (APSTEIN, 96; AMBERG, 00).

La multiplicité des formes est due ici à la variabilité individuelle, pour le moins aussi forte que la variabilité saisonnière. Le même fait a été constaté dans le lac de Zurich par LOZERON (02).

Les individus mesurés ont varié entre les dimensions extrêmes suivantes, que nous comparons aux chiffres des auteurs:

	— Lac de Bret.	BACHMANN (01) — Lacs Suisses.	BREHM (02) — Achensee.	LOZERON (02) — Lac de Zurich.	ASPER et HEUSCHER — ?
Longueur	120-180-240-276 μ.	95-271 μ.	220-240 μ.	96-120-150 μ.	400-700 μ.
Largeur	60-65-72 μ.	44-71 μ.	62-80 μ.	—	—

D'une façon générale, le *Ceratium* du lac de Bret est plus grand et plus élancé en hiver qu'en été. Mais cette différence de taille ne semble pas être accompagnée d'un changement de forme; tout au plus avons-nous pu constater qu'il y avait en octobre et janvier une plus grande proportion d'individus à 3 cornes postérieures divergentes, tandis qu'en avril et juillet la troisième corne était rudimentaire ou même nulle. Toutefois nous répétons que nous avons toujours trouvé dans la même récolte les formes extrêmes que les auteurs ont constatées en des saisons différentes sous le nom de formes saisonnières.

Dans le Léman par contre, la variation saisonnière est beaucoup plus prononcée; elle se produit dans le même sens que dans le lac de Bret mais avec beaucoup plus d'intensité: les formes

extrêmes sont bien plus caractéristiques. Ici encore nous avons trouvé les individus plus grands en automne et hiver, plus petits au printemps et en été.

Nous constatons donc pour *Ceratium* ce que nous avons fait voir déjà pour d'autres organismes du lac de Bret : la variation saisonnière est très faible ou nulle, tandis que le polymorphisme individuel est d'autant plus accentué.

Peridinium tabulatum Clap. et Lachm. Nous n'avons pas de remarques spéciales à faire au sujet de cet organisme, si ce n'est qu'il mesure dans le lac de Bret entre 50 et 60 μ. de longueur, tandis que SCHILLING (00) et EYFERTH (91) ont trouvé des individus de 48 μ. seulement.

Mallomonas acaroides Perty. Les soies que porte la carapace de ce Flagellé sont plus nombreuses et moins recourbées que chez la variété *lacustris* Lemmermann, décrite et figurée par ZACHARIAS (01).

Elles sont légèrement incurvées à leur extrémité distale et le côté convexe de la courbure porte 5 à 6 fines dents chez les individus du lac de Bret, 8 à 12 chez ceux du Léman. Cette denticulation a été constatée également chez *M. dubia* Seligo et chez *M. fastigata* Zach.

Mais ce que les *Mallomonas* du lac de Bret et du Léman ont de particulier, c'est que l'extrémité proximale des soies est coudée à angle droit ou obtus à environ 2,5 μ. du point d'insertion sur les plaques de la carapace. Ce coude est tantôt dans le même sens que la courbure distale, tantôt en sens contraire.

Les plaques de la cuirasse sont circulaires ou ovales et mesurent de 7,8 à 10,4 μ. de diamètre.

Chez les individus du Léman ces plaques portent un stigma circulaire où s'insère la soie ; ce stigma est réduit à un simple point chez les *Mallomonas* du lac de Bret. Nous n'avons jamais réussi à voir les deux arêtes en V que ZACHARIAS a trouvées sur les plaques.

Chez l'animal vivant, deux vésicules pulsatiles sont visibles entre les chromatophores ; le fouet, au moins aussi long que l'animal avec les soies, exécute des mouvements serpentiformes très vifs.

Voici les dimensions de nos individus, comparées à celles des différentes variétés citées par les auteurs :

	BRET.	LÉMAN.	var. *lacustris* Lemm.	*M. acaroides* Perty.	*M. dubia* Seligo.	*M. oblongispora* Lemm.	*M. fastigata* Zach.
Long. totale.	96-156 μ.	125 μ.	—	—	—	—	—
Long. sans soies	44-73 μ.	65 μ.	26 μ.	20-26 μ.	(22)-40-45 μ.	16 μ.	67-70 μ.
Larg. » »	20-30 μ.	13 μ.	16 μ.	7-12 μ.	—	7 μ.	—
Soies	26-78 μ.	60 μ.	23 μ.	—	(les plus longues)	—	70-75 μ.
Cystes	13 μ.	—	25 μ.	—	—	10,6 μ.	—

Dinobryon. En présence de la multiplicité des variétés et formes saisonnières actuellement décrites, il est difficile de déterminer d'une façon rigoureuse les *Dinobryon* du lac de Bret. Nous croyons cependant avoir constaté les formes suivantes, que nous accompagnons des dimensions qu'elles présentaient :

Dinobryon stipitatum Stein, var. *lacustris* Chodat.

Calices { long 26-31-39-41 μ.
large 5-6-7-10 μ.

Dinobryon cylindricum Imhof.

Calices { long 65-70 μ.
large 10 μ.

Dinobryon cylindricum, var. *divergens* Imhof.

Calices { long 36-39-46 μ.
large 7-10 μ.

Dinobryon thyrsoideum Chodat.

Calices { long 36-39 μ.
large 10 μ.

Aucune de ces formes n'a montré de prédominance manifeste à aucune époque de l'année.

Des cystes ont été produits surtout en novembre et décembre, mais en juillet il y en avait également une faible proportion.

Diplosiga frequentissima Zacharias. Ce Flagellé à double collerette vit à l'état pélagique passif, fixé sur les Diatomées du plancton: ces Algues lui servent de support, de véhicule, et sa périodicité est évidemment dépendante de la leur.

Les individus mesurés avaient sensiblement les dimensions données par ZACHARIAS (94):

	Lac de Bret.	D'après ZACHARIAS.
	—	—
Longueur totale . .	10 μ.	12 μ.
Corps, hauteur. . .	5 μ.	8 μ.
» largeur. . .	5 μ.	6 μ.
Collerettes	5 μ.	4 μ.
Fouet	13-15 μ.	12-15 μ.

Infusoires. *Rhabdostyla ovum* Kent. Fixé le plus souvent sur *Asterionella* ou *Fragilaria* qu'il traîne après lui, on trouve cependant aussi cet Infusoire nageant librement. L'animal, strié transversalement, présente une teinte bleuâtre et une vacuole rose. Comme ZACHARIAS (03), nous avons trouvé des individus qui étaient contractés et possédaient une couronne ciliaire au pôle aboral par lequel ils sont fixés.

Voici les dimensions de cet organisme:

	Lac de Bret.	D'apr. ROUX (01).
	—	—
Longueur. .	52 μ. (contracté 39 μ.)	43-46 μ.
Largeur . .	23 μ.	25-27 μ.

Coleps uncinatus Clap. et Lachm. Tous les individus rencontrés étaient verts, bourrés de zoochlorelles. Nous avons pu observer la reproduction par division transversale suivie de régénération. Dimensions:

	Lac de Bret.	D'après Roux (01).
	—	—
Longueur. . .	65-67 μ.	60-70 μ.
Largeur. . . .	39-44 μ.	28-33 μ.

Les individus récoltés portaient, comme ceux de l'espèce type, quatre crochets au pôle postérieur.

5. Organismes tychopélagiques.

Voici la liste des organismes accidentellement pélagiques que nous avons rencontrés dans nos récoltes. Ces animaux se sont trouvés plus nombreux dans le plancton récolté pendant la nuit que dans celui recueilli de jour. STEUER (01) avait fait précédemment la même constatation dans les eaux du Vieux-Danube.

Ce sont d'abord un certain nombre d'habitants de la région littorale ou du plancher du lac que nous avons récoltés de temps à autre, mais toujours en exemplaires isolés :

Sida crystallina O. F. M. ♂ et ♀. Long. ♀ 1mm,12 ; large 560 μ.

Chydorus sphæricus O. F. M. Long. 252-444 μ. Large 216-384 μ.

Simocephalus vetulus O. F. M.

Acroperus leucocephalus angustatus Sars. Long. 528 μ. Large 336 μ.

Pleuroxus excisus Fischer.

» *truncatus* O. F. M. Long. 840 μ.

Alona leydigii Schödler. Long. 784 μ. Large 532 μ.

» *guttata* Sars. Long. 312 μ. Larg. 216 μ.

Canthocamptus sp. ?

Cyclops fimbriatus Fischer.

Ostracodes divers, non déterminés.

Philodina megalotrocha Ehrbg.

Plœsoma hudsoni Imhof. Nous avons rencontré également dans le plancton ses œufs, enfermés dans une enveloppe gélatineuse hyaline et flottant librement.

Dimensions de ces œufs.	Lac de Bret.	D'apr. ZACHARIAS (01).
Diamètre de l'enveloppe.	308 μ.	280 μ.
Diamètre de l'œuf. . . .	140 μ.	160 μ.

Pterodina patina Ehrbg.
Euchlanis triquetra Ehrbg.
» *dilatata* Ehrbg.
» *deflexa* Gosse. Long. 480 μ.
Anuræa aculeata Ehrbg. Long. 240 μ.
Monostyla bulla Gosse.
Mastigocerca bicornis Ehrbg. Long. tot. 552 μ. Doigt 204 μ.
Noteus quadricornis Ehrbg. Long. 228 μ.
Cœlopus tenuior Gosse. Long. tot. 240 μ.
Notholca striata O. F. M. Long. 120 μ. Large 100 μ.
» » var. *acuminata* Ehrbg. Long. 240 μ.
Chætonotus larus O. F. M. Long. 104 μ.
Ceratium cornutum Cl. et L. Long. 132-144 μ. Large 72-90 μ.
Gymnodinium sp.?
Uroglena volvox Ehrbg. Colonies globuleuses. Long. d'un indiv. 13 μ.
Colacium vesiculosum Ehrbg., sur { *Cyclops, Ceriodaphnia, Polyarthra, Anuræa.*
Vorticella nebulifera Ehrbg.
Dileptus anser O. F. M.
Nassula aurea Ehrbg. Long. 180 μ.
Acanthocystis lemani Penard., surtout le 17 sept. 1903.
Difflugia sp.? Long. 156 μ.

Si nous prenons le terme de tychopélagique dans son sens plus large, comprenant alors tout organisme accidentellement récolté dans la région pélagique, quelle que soit du reste sa provenance, nous pourrons ajouter à cette liste des individus absolument isolés de :

larves de *Chironomus*,
» » *Ceratopogon*,
» d'Hydrachnides.
Hydrachnides adultes,
Macrobiotus macronyx Duj. Long. 360 μ,
Nématodes non déterminés,
Hydra viridis L.

tous aquatiques quoique non pélagiques.

Signalons aussi la quantité considérable de Fourmis ailées qui saupoudraient la surface du lac le 2 août 1902 et constituaient ce jour-là la presque totalité de la récolte à 0 m. Le lendemain les Fourmis avaient disparu de la surface, probablement mangées par les Poissons ou tombées lentement dans des couches plus profondes d'où le filet en ramenait encore quelques cadavres. Le surlendemain (4 août 1902) lors d'une pêche devant Ouchy, nous avons trouvé également une quantité de Fourmis ailées dans la couche superficielle du Léman ; le point de la récolte au large d'Ouchy est séparé du lac de Bret par environ 11 km. à vol d'oiseau. Le phénomène nous a frappé et nous le présentons sans décider s'il s'agit d'un même essaim de Fourmis, d'un transport par le vent ou d'une simple coïncidence.

Des cas semblables d'Insectes aériens flottant à la surface de l'eau ont été cités par Waldvogel (00), Steuer (01) et Heuscher (03).

Enfin nous pouvons rapprocher des observations de Zschokke (91) et de Moniez (cité par Zschokke) un *Trombidium* et un *Phytoptus* qui se sont trouvés dans nos récoltes pélagiques.

6. Organismes littoraux et profonds trouvés incidemment.

Voici enfin une petite liste d'organismes récoltés sur les plantes immergées du littoral ou ramenés par la drague depuis

le plancher du lac. Ne nous étant pas spécialement occupé de ces régions, nous ne donnons cette énumération bien incomplète que comme petite contribution à l'étude encore à faire de la faune littorale et profonde du lac de Bret.

Région littorale.

Ploa minutissima Fabr.

Larves de *Tanypus* Meigen.

» » *Chironomus* Meigen.

» » *Ephemera* L.

» » *Culex.*

» » *Calopteryx* Leach.

Mideopsis orbicularis O. F. M. ♀.

Hydrochoreutes krameri ♂.

Arrenurus sinuator Müller. ♂. ♀.

Arrenurus crassicaudatus Kram. ♂.

Plumatella repens L.

Chætonotus maximus Ehrbg.

Stephanoceros Eichhorni Ehrbg.

Branchiobdella astaci Odier (sur Ecrevisses).

Clepsine bioculata Sav.

Hydra viridis L.

» *grisea* L.

Stentor cœruleus, avec cystes.

Cothurnia truncata Ehrbg.

Loxophyllum meleagris Dujardin.

Ophrydium versatile Müller.

Amœba sp.?

Région du fond.

Larves *Glochidium* de Lamellibranches.

Limnodrilus Hoffmeisteri Clap.

Ophidonaïs serpentina Gervais.

Tubifex rivulorum Lamarck.

Difflugia sp. div.

Mollusques.

Quant aux Mollusques, voici, d'après IMHOF (01), les six genres qui habitent le lac de Bret :

Anodonta (cellensis), Unio, Sphærium, Pisidium, Valvata, Limnæa.

7. Le lac de Bret classé et caractérisé d'après sa faune.

Nous avons, au début de ce travail, essayé de montrer que les données morphométriques, physiques et botaniques ne suffisaient pas à elles seules pour classer définitivement le lac de Bret parmi les étangs, les lacs, ou les lacs-étangs. Le critère définitif nous est fourni par l'étude de sa faune.

BURCKHARDT (99) cite, comme caractérisant la faune d'un lac vis-à-vis de celle d'un étang, les Rotateurs *Anuræa cochlearis, Notholca longispina* et *Conochilus unicornis.* Quant aux Cladocères, les vrais lacs seuls possèdent *Daphnia hyalina; Ceriodaphnia* habite les lacs proprement dits quoique restreints, et *Bosmina longirostris* peuple dans ces mêmes bassins la région pélagique, tandis qu'elle est semipélagique ou littorale dans les lacs plus grands.

De la présence dans le lac de Bret des Rotateurs et Cladocères ci-dessus, nous concluons que ce bassin, malgré sa petite étendue, possède une vraie région pélagique et que la nomenclature limnologique doit lui conserver son appellation de « lac » que l'usage courant lui a toujours octroyée.

Si nous avons insisté sur cette question, c'est qu'il est des cas où la géographie appelle « lacs » des nappes d'eau que la limnologie range dans la catégorie des « lacs-étangs » ou même des « étangs » ; tels sont par exemple les lacs du Nord de l'Allemagne, tels encore le lac de Säckingen dans la Forêt-Noire, le lago di Muzzano dans le Tessin, et d'autres.